

(Translation)
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application : September 24, 1999

Application Number : Patent Appln. No. 11-271455

Applicant(s) : SHARP KABUSHIKI KAISHA



December 1, 2000

Kozo OIKAWA
Commissioner,
Patent Office

Seal of
Commissioner
of
the Patent
Office

Appln. Cert. No.

Appln. Cert. Pat. 2000-3098584



日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

SERIAL # 09/667,775
ATTY # 717-445P
BSKB (703) 205-8032

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1 9 9 9 年 9 月 2 4 日

出 願 番 号

Application Number:

平成 1 1 年特許願第 2 7 1 4 5 5 号

出 願 人

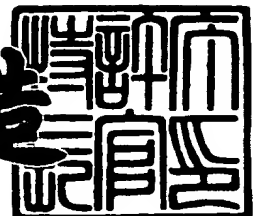
Applicant (s):

シャープ株式会社

2 0 0 0 年 1 2 月 1 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特 2 0 0 0 - 3 0 9 8 5 8 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 99J02207

【提出日】 平成11年 9月24日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 3/18
H04B 10/24

【発明者】 一

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 河西 秀典

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 猪岡 稔裕

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 下中 淳

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 熊谷 圭司

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078282

【弁理士】

【氏名又は名称】 山本 秀策

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001878

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9005652

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザ装置、それを用いた光伝送装置、電子機器、光伝送システム、その制御装置、接続コネクタおよび通信装置、並びに光伝送方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体レーザチップを搭載する容器と光拡散機能を有する樹脂部とが一体成形され、該半導体レーザチップが複数の発光部を有するか、該半導体レーザチップが幅 $7\mu\text{m}$ 以上の発光部を有するか、または複数の半導体レーザチップが搭載されている半導体レーザ装置。

【請求項 2】 前記複数の発光部を有する半導体レーザチップの発光部間隔、幅 $7\mu\text{m}$ 以上の発光部を有する半導体レーザチップの発光部幅、または複数搭載された半導体レーザチップのチップ間隔と、前記樹脂部の大きさ、材料および形状を調整することによって、発光スポットサイズと放射角が制御されている請求項 1 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 3】 前記樹脂部には屈折率が異なる材料が混入され、該樹脂部が半導体レーザチップと接触しないように設けられている請求項 1 または請求項 2 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 4】 前記半導体レーザチップを搭載する容器は、その熱抵抗が 150deg/W 以下である請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の半導体レーザ装置。

【請求項 5】 前記半導体レーザチップの複数の発光部、または前記複数搭載された半導体レーザチップは、全て同じ波長帯域で発振する請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の半導体レーザ装置。

【請求項 6】 前記半導体レーザチップの複数の発光部または前記複数搭載された半導体レーザチップのうちの少なくとも 2 つは、異なる波長帯域で発振する請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の半導体レーザ装置。

【請求項 7】 前記半導体レーザチップの複数の発光部、前記幅 $7\mu\text{m}$ 以上の発光部を有する半導体レーザチップまたは前記複数搭載された半導体レーザチップの発振波長は、 760nm 以上 $1.5\mu\text{m}$ 以下の波長帯から選択されたものである請求項 5 または請求項 6 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 8】 前記半導体レーザチップの複数の発光部、前記幅 $7\text{ }\mu\text{m}$ 以上の発光部を有する半導体レーザチップまたは前記複数搭載された半導体レーザチップの発振波長は、 900 nm 、 $1.1\text{ }\mu\text{m}$ および $1.4\text{ }\mu\text{m}$ 近傍の波長から選択されたものである請求項 7 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 9】 請求項 1 乃至請求項 8 のいずれかに記載の半導体レーザ装置を光源として用い、空間を介して光を伝送するか、または光ファイバを伝送路として光を伝送する光伝送装置。

【請求項 10】 請求項 1 乃至請求項 8 のいずれかに記載の半導体レーザ装置、または請求項 9 に記載の光伝送装置を備えた電子機器。

【請求項 11】 異なる複数の波長を独立して発振可能な発光素子と、各波長を選択的に受信可能な受光素子と

を備えた複数の局間で光を送受信する光伝送システムであって、

該発光素子として半導体レーザチップを搭載する容器と光拡散機能を有する樹脂部とが一体成形され、1つの半導体レーザチップが搭載された半導体レーザ装置を複数用いるか、請求項 1 乃至請求項 4、または請求項 6 乃至請求項 8 のいずれかに記載の半導体レーザ装置を用いて、

各局間を対向させて空間を介して光を送受信するか、または各局間で光ファイバを伝送路として光を送受信する光伝送システム。

【請求項 12】 前記各局は、異なる複数の波長の中から、相手局が送信してきている波長を自動判別し、その波長以外の波長を選択して自局から送信する請求項 11 に記載の光伝送システム。

【請求項 13】 請求項 11 または請求項 12 に記載の光伝送システムに用いられる筒状の接続コネクタであって、その一方の端部に前記発光素子を配置すると共に他方の端部に前記光ファイバを配置し、その内部に前記受光素子を配置して固定可能とされている請求項 11 または請求項 12 に記載の接続コネクタ。

【請求項 14】 前記筒状の内壁面に、前記受光素子を配置して固定可能とされている請求項 13 に記載の接続コネクタ。

【請求項 15】 請求項 12 に記載の光伝送システムに用いられる制御装置

であって、

受光素子部の出力を受けて各波長光の受信状態を検出する光検出部と、

通信相手が送信してきている波長の光を検出したときに受信可能状態であるかどうかを判断する判別部と、

検出した波長の光のみを復調させて受信データを得る復調部と、

その通信に応答する送信要求を行うときに、検出した波長とは異なる波長を自動的に選択する選択部と

を有する制御装置。

【請求項 1 6】 送信の際に、前記発光素子が送信している波長の光を前記受光素子が検出しないように制御する請求項 1 5 に記載の制御装置。

【請求項 1 7】 異なる複数の波長を独立して発振可能な発光素子と、各波長を選択的に受信可能な受光素子とを有し、

該発光素子として半導体レーザチップを搭載する容器と光拡散機能を有する樹脂部とが一体成形され、1つの半導体レーザチップが搭載された半導体レーザ装置を複数用いるか、請求項 1 乃至請求項 4、または請求項 6 乃至請求項 8 のいずれかに記載の半導体レーザ装置を用い、

該受光素子の出力を受けて、各波長光の受信状態を検出する光検出部と、

通信相手が送信してきている波長の光を検出したときに受信可能状態であるかどうかを判断すると共に、検出した波長の光のみを復調させて受信データを得、その通信に応答する送信要求を行うときに、検出した波長とは異なる波長を自動的に選択して送信する制御部と

をさらに有する通信装置。

【請求項 1 8】 前記制御部は、送信の際に、発光素子が送信している波長の光を受光素子が検出しないように制御する請求項 1 7 に記載の通信装置。

【請求項 1 9】 通信相手が送信してきている波長の光を検出したときに、それとは異なる波長の光を送信し、互いに送信光および受信光の波長が異なることを確認した上でコネクションを確立するプロトコルを有する請求項 1 7 または請求項 1 8 に記載の通信装置。

【請求項 2 0】 同時送信状態が発生したときに、ランダムな待ち時間を設

定することによってコネクション確立の衝突を回避するプロトコルを有する請求項 1 9 に記載の通信装置。

【請求項 2 1】 異なる複数の波長を独立して発振可能な発光素子と、各波長を選択的に受信可能な受光素子とを備えた複数の局間で、空間を介して光を送受信するか、または光ファイバを伝送路として光を送受信する光伝送方法であって、

該発光素子として半導体レーザチップを搭載する容器と光拡散機能を有する樹脂部とが一体成形され、1つの半導体レーザチップが搭載された半導体レーザ装置を複数用いるか、請求項 1 乃至請求項 4、または請求項 6 乃至請求項 8 のいずれかに記載の半導体レーザ装置を用い、

異なる複数の波長の中から、相手局が送信してきている波長を自動判別し、その波長以外の波長を選択して自局から送信する光伝送方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、無線通信やセンサー用光源等、空間にその光が放射されて人が直接光源を見るような用途に用いられ、目に対する安全性を確保した半導体レーザ装置、それを用いた光伝送装置、パーソナルコンピュータ、携帯情報端末やデジタルカメラ等の空間光伝送システムを利用する電子機器、空間光伝送システム、その制御装置および通信装置並びに空間光伝送方法に関する。また、本発明は、発光スポットを拡大した半導体レーザ装置、それを用いた光伝送装置、多チャンネルCATV用やAV用等のファイバ系光伝送システムを利用する電子機器、ファイバ系光伝送システム、その制御装置および通信装置並びにファイバ系光伝送方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

赤外線を用いた空間光伝送は、IrDA (Infrared Data Association: 国際赤外線データ通信協会) による標準化とその普及により、現在幅広く用いられている。例えば、図 1 5 は、パーソナルコンピュータ 1

0 0 と携帯情報端末 1 0 1 間のデータ伝送に空間光伝送を用いた例であり、住所録やスケジュール表等のデータを赤外線 3 0 0 によって 1 m の距離で伝送が可能である。

【 0 0 0 3 】

近年、その伝送速度は、データ容量の増大と共に高速化の一途を辿っており、1 M b p s から 4 M b p s 、さらには 1 6 M b p s へと増大している。また、伝送距離に対する要求も強まっており、I r D A C o n t r o l 規格の標準化によって、8 m までの伝送が可能となっている。但し、この場合の伝送速度は 7 5 k b p s に制限されている。さらに、映像情報の伝送を無線化する動きも出てきており、更なる高速化および長距離化に対する要求が高まってきている。

【 0 0 0 4 】

一方、光ファイバを伝送路としたファイバ系の光伝送技術についても進展が著しい。特に、プラスチック光学ファイバ (P O F) は、低コストでかつ、ファイバ径が大きいこと、発光素子との結合がシングルモードファイバと比較して容易であることから、急速に普及が進んでいる。このファイバ系の光伝送技術では、現在、半導体レーザを用いて 1 0 0 M b p s 以上の伝送が実現されている。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

現在、空間光伝送においては、その光源として発光ダイオード (L E D) が用いられている。しかし、現状市販されている L E D を用いて更なる高速・長距離伝送を行うことを考えた場合、

- (1) L E D の高速応答特性の限界により高速変調ができないこと、および
 - (2) 長距離伝送を行う場合に消費電力が膨大になること
- という 2 つの問題がある。

【 0 0 0 6 】

このうち、(1) の問題については、通常の L E D の限界変調周波数が約 5 0 M H z であり、それ以上の高速化は困難である。さらに、高速変調に対応した特殊な L E D の場合には、消費電力が非常に高くなるという問題がある。また、(

2) の問題については、例えば 4 0 M b p s で距離 5 m の伝送を考えた場合、L E D だけで 1 W もの消費電力が必要となる。

【 0 0 0 7 】

これに対して、光源として半導体レーザを用いた場合、高速変調可能であり、かつ、L E D と比較して同じ光出力を得るための消費電力が低いという優れた特徴を有する。しかし、半導体レーザをそのまま用いたのでは目に対する安全基準に適合せず、空間に直接放射することは不可能である。また、半導体レーザを高出力で動作させた場合、信頼性が低下するという問題がある。

【 0 0 0 8 】

さらに、空間光伝送システムにおいては、全 2 重通信ができないという大きな問題がある。この問題について以下に説明する。

【 0 0 0 9 】

図 1 5 に示したパーソナルコンピューター 1 0 0 や携帯情報端末 1 0 1 等の電子機器には、L E D を有する送信ユニットと受光素子を有する受信ユニットを 1 組とした送受信ユニットが設けられ、通信相手局である電子機器に備わった 1 組のユニットとの間で通信が行われる。これらの 1 組のユニットを一体化した例を図 1 6 に示す。この送受信ユニット 2 0 0 は、送信ユニット 2 0 1 と受信ユニット 2 0 2 が一体化されており、これにより、I r D A 部品の小型化および低価格化が図られている。各ユニットは樹脂によってモールドされているが、特に、受信ユニット 2 0 2 には、背景光による雑音の影響を避けるために、可視光を透過しない樹脂材料が用いられている。通常、L E D としては 8 5 0 n m から 9 0 0 n m の波長帯のものが用いられるため、上記方法で可視光をカットすることにより背景光の雑音を低減することが可能となる。

【 0 0 1 0 】

この送受信ユニット 2 0 0 において、送信ユニット 2 0 1 からの送信光 3 0 1 は $\pm 15^{\circ}$ 程度の指向角を有して放射され、その強度が距離の 2 乗に反比例して減衰しながら通信相手側の受信ユニット（図示せず）に到達する。一方、送信された光の一部は、送信ユニット 2 0 1 に隣接している自局の受信ユニット 2 0 2 にも到達し、その内部の受光素子によって検出される。この自局の受光素子によ

って検出される光量は少ないが、通信相手側からの信号光は減衰されて到達するため、両者の強度は同等レベルとなり、場合によっては信号光の方が小さくなってしまう。この影響によって、2つの送受信ユニットを用いて双方向通信を行おうとした場合に、同時に全2重通信を行うことはできず、半2重通信とせざるを得ないため、実効的な伝送速度が大きく低下してしまう。

【0011】

次に、ファイバ系の光伝送システムの問題点について説明する。

【0012】

図17に、POFを用いたファイバ系光伝送用の送受信ユニットの一例を示す。この送受信ユニットにおいて、パッケージに搭載された半導体レーザチップ1が、同様に通常のパッケージに搭載された受光素子15と共に、各々POF16およびPOF17に結合されている。POF16とPOF17は融着され、1本のファイバ18として通信相手局に導かれている。この光伝送システムにおいて、通常、他局の半導体レーザチップと受光素子も同一仕様のものが用いられており、一方が送信しているときには他方が受信のみを行う半2重通信によって光伝送を行っている。

【0013】

ここで、半導体レーザチップは数 μm という非常に小さい発光スポットを有するので、POFが大きいことによりシングルモードファイバと比較して半導体レーザチップとPOFとの位置合わせが容易ではあるものの、LEDとPOFほど簡便な位置合わせは不可能である。また、全2重通信を行う場合には、POFを2本用いて双方を完全に分離して伝送しており、1本のファイバを用いて全2重通信を行うことはできない。

【0014】

本発明は、このような従来技術の課題を解決するためになされたものであり、高速変調可能で消費電力が小さく、目に対する安全性および信頼性が高く、空間光伝送に好適で全2重空間光伝送を実現することができる半導体レーザ装置、それを用いた光伝送装置、電子機器、空間光伝送システム、その制御装置および通信装置並びに空間光伝送方法を提供することを目的とする。また、本発明は、高

速変調可能で消費電力が小さく、ファイバとの位置合わせが容易であり、ファイバ系光伝送に好適で全2重ファイバ系光伝送を実現することができる半導体レーザ装置、それを用いた光伝送装置、電子機器、ファイバ系光伝送システム、その制御装置および通信装置並びにファイバ系光伝送方法を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】

本発明の半導体レーザ装置は、半導体レーザチップを搭載する容器と光拡散機能を有する樹脂部とが一体成形され、該半導体レーザチップが複数の発光部を有するか、該半導体レーザチップが幅 $7\mu\text{m}$ 以上の発光部を有するか、または複数の半導体レーザチップが搭載され、そのことにより上記目的が達成される。

【0016】

前記複数の発光部を有する半導体レーザチップの発光部間隔、幅 $7\mu\text{m}$ 以上の発光部を有する半導体レーザチップの発光部幅、または複数搭載された半導体レーザチップのチップ間隔と、前記樹脂部の大きさ、材料および形状を調整することによって、発光スポットサイズと放射角を制御することができる。

【0017】

前記樹脂部には屈折率が異なる材料が混入され、該樹脂部が半導体レーザチップと接触しないように設けられているのが好ましい。

【0018】

前記半導体レーザチップを搭載する容器は、その熱抵抗が 150deg/W 以下であるのが好ましい。

【0019】

前記半導体レーザチップの複数の発光部、または前記複数搭載された半導体レーザチップは、全て同じ波長帯域で発振してもよく、前記半導体レーザチップの複数の発光部または前記複数搭載された半導体レーザチップのうちの少なくとも2つは、異なる波長帯域で発振してもよい。

【0020】

前記半導体レーザチップの複数の発光部、前記幅 $7\mu\text{m}$ 以上の発光部を有する

半導体レーザチップまたは前記複数搭載された半導体レーザチップの発振波長は、760nm以上1.5μm以下の波長帯から選択されているのが好ましい。

【0021】

前記半導体レーザチップの複数の発光部、前記幅7μm以上の発光部を有する半導体レーザチップまたは前記複数搭載された半導体レーザチップの発振波長は、900nm、1.1μmおよび1.4μm近傍の波長から選択されているのが好ましい。

【0022】

本発明の光伝送装置は、本発明の半導体レーザ装置を光源として用い、空間を介して光を伝送するか、または光ファイバを伝送路として光を伝送しており、そのことにより上記目的が達成される。

【0023】

本発明の電子機器は、本発明の半導体レーザ装置または本発明の光伝送装置を備えており、そのことにより上記目的が達成される。

【0024】

本発明の光伝送システムは、異なる複数の波長を独立して発振可能な発光素子と、各波長を選択的に受信可能な受光素子とを備えた複数の局間で光を送受信する光伝送システムであって、該発光素子として半導体レーザチップを搭載する容器と光拡散機能を有する樹脂部とが一体成形され、1つの半導体レーザチップが搭載された半導体レーザ装置を複数用いるか、請求項1乃至請求項4、または請求項6乃至請求項8のいずれかに記載の半導体レーザ装置を用いて、前記各局間を対向させて空間を介して光を送受信するか、または各局間で光ファイバを伝送路として光を送受信し、そのことにより上記目的が達成される。

【0025】

前記各局は、異なる複数の波長の中から、相手局が送信してきている波長を自動判別し、その波長以外の波長を選択して自局から送信するのが好ましい。

【0026】

本発明の接続コネクタは、本発明の請求項11または請求項12に記載の光伝送システムに用いられる筒状の接続コネクタであって、その一方の端部に前記発

光素子を配置すると共に他方の端部に前記光ファイバを配置し、その内部に前記受光素子を配置して固定可能とされ、そのことにより上記目的が達成される。

【 0 0 2 7 】

前記筒状の内壁面に、前記受光素子を配置して固定可能とされているのが好ましい。

【 0 0 2 8 】

本発明の制御装置は、本発明の請求項 1 2 に記載の光伝送システムに用いられる制御装置であって、受光素子の出力を受けて各波長光の受信状態を検出する光検出部と、通信相手が送信してきている波長の光を検出したときに受信可能状態であるかどうかを判断する判別部と、検出した波長の光のみを復調させて受信データを得る復調部と、その通信に応答する送信要求を行うときに、検出した波長とは異なる波長を自動的に選択する選択部とを有し、そのことにより上記目的が達成される。

【 0 0 2 9 】

送信の際に、発光素子が送信している波長の光を受光素子（受信回路）が検出しないように制御するのが好ましい。

【 0 0 3 0 】

本発明の通信装置は、異なる複数の波長を独立して発振可能な発光素子と、各波長を選択的に受信可能な受光素子とを有し、該発光素子として半導体レーザチップを搭載する容器と光拡散機能を有する樹脂部とが一体成形され、1つの半導体レーザチップが搭載された半導体レーザ装置を複数用いるか、請求項 1 乃至請求項 4、または請求項 6 乃至請求項 8 のいずれかに記載の半導体レーザ装置を用い、該受光素子の出力を受けて、各波長光の受信状態を検出する光検出部と、通信相手が送信してきている波長の光を検出したときに受信可能状態であるかどうかを判断すると共に、検出した波長の光のみを復調させて受信データを得、その通信に応答する送信要求を行うときに、検出した波長とは異なる波長を自動的に選択して送信する制御部とをさらに有し、そのことにより上記目的が達成される。

【 0 0 3 1 】

前記制御部は、送信の際に、発光素子が送信している波長の光を受光素子（受信回路）が検出しないように制御するのが好ましい。

【0032】

通信相手が送信してきている波長の光を検出したときに、それとは異なる波長の光を送信し、互いに送信光および受信光の波長が異なることを確認した上でコネクションを確立するプロトコルを有するのが好ましい。

【0033】

同時送信状態が発生したときに、ランダムな待ち時間を設定することによってコネクション確立の衝突を回避するプロトコルを有するのが好ましい。

【0034】

本発明の光伝送方法は、異なる複数の波長を独立して発振可能な発光素子と、各波長を選択的に受信可能な受光素子とを備えた複数の局間で、空間を介して光を送受信するか、または光ファイバを伝送路として光を送受信する光伝送方法であって、該発光素子として半導体レーザチップを搭載する容器と光拡散機能を有する樹脂部とが一体成形され、1つの半導体レーザチップが搭載された半導体レーザ装置を複数用いるか、請求項1乃至請求項4、または請求項6乃至請求項8のいずれかに記載の半導体レーザ装置を用い、異なる複数の波長の中から、相手局が送信してきている波長を自動判別し、その波長以外の波長を選択して自局から送信し、そのことにより上記目的が達成される。

【0035】

以下、本発明の作用について説明する。

【0036】

本発明にあつては、半導体レーザチップを搭載する容器と光拡散機能を有する樹脂部とが一体成形されているので、半導体レーザチップからの出射光が樹脂部で拡散されて空間に安全に放出される。よって、LEDに比べて高速変調および低消費電力化が可能な半導体レーザを用いた空間光伝送が実現可能となる。

【0037】

また、複数の発光部を有するマルチストライプ型半導体レーザ（いわゆる半導体レーザアレイ）を用いることにより、素子の抵抗値が減少して駆動電圧が低減

し、さらに、半導体レーザチップの光出射端面における光密度が減少して素子の信頼性が向上する。また、幅 $7\ \mu\text{m}$ 以上の発光部を有する幅広ストライプ半導体レーザを用いても、素子の抵抗値が減少して駆動電圧が低減し、さらに、半導体レーザチップの光出射端面における光密度が減少して素子の信頼性が向上する。または、複数の半導体レーザチップを搭載することにより、素子の抵抗値が減少して駆動電圧が低減し、さらに、複数の半導体レーザチップで光出力を分担して素子の信頼性が向上する。

【 0 0 3 8 】

このような複数の発光部を有する半導体レーザチップの発光部間隔、幅 $7\ \mu\text{m}$ 以上の発光部を有する半導体レーザチップの発光部幅、または複数搭載された半導体レーザチップのチップ間隔と、光が通過する樹脂部の大きさ、樹脂部の材料（光拡散性材料の量）および形状を調整することによって、所望の発光スポットサイズと放射角を得ることが可能となる。

【 0 0 3 9 】

上記樹脂部には、屈折率が異なる材料を混入することにより光拡散機能を与えることができる。このとき、樹脂部を半導体レーザチップと接触しないように設ければ、樹脂モールドの際の歪みが半導体レーザチップにかからず、信頼性向上のためには好ましい。特に、半導体レーザチップを搭載する容器の熱抵抗を $150\ \text{deg/W}$ 以下とすれば、素子の信頼性が劣化するのを防いで安定した性能が得られる。

【 0 0 4 0 】

半導体レーザチップの複数の発光部、または複数搭載された半導体レーザチップが、全て同じ波長帯域で発振するものであれば、上述したように半導体レーザ装置の信頼性を向上させることが可能となる。或いは、半導体レーザチップの複数の発光部または複数搭載された半導体レーザチップのうちの少なくとも2つが、異なる波長帯域で発振するものであれば、後述するように全2重通信が可能となる。

【 0 0 4 1 】

特に、発振波長 $760\ \text{nm}$ 以上 $1.5\ \mu\text{m}$ 以下の波長帯では、他の波長帯と比

較して非常に高い信頼性を確保することが可能であり、900 nm、1.1 μ m および 1.4 μ m 近傍の波長では最も雑音が少なく良好な状態で光伝送を実現することが可能である。

【0042】

本発明の半導体レーザ装置を光源として用いることにより、LED に比べて低消費電力で高速に光を空間を介して伝送可能で、しかも樹脂部により光が拡散されて目に対する安全性が確保され、さらに、素子の信頼性も良好な、送信ユニットまたは送受信ユニット等の空間光伝送装置が実現される。また、本発明の半導体レーザ装置を光源として用いることにより、光ファイバを伝送路として、低消費電力で高速に光を伝送可能で、素子の信頼性も良好で、しかもスポット径を適切に拡大して光ファイバとの接続も容易な、ファイバ系光伝送装置が実現される。よって、本発明の半導体レーザ装置または本発明の光伝送装置をパーソナルコンピュータや携帯情報端末、デジタルカメラ等の電子機器に搭載することにより、低消費電力でデータ伝送を高速化することが可能となる。また、センサー用光源としても、スポット径および放射角を適切な範囲に設定することができ、信頼性が向上する。

【0043】

発光素子として本発明の請求項 1 乃至請求項 4、または請求項 6 乃至請求項 8 のいずれかに記載の半導体レーザ装置を用いることにより、異なる複数の波長を独立して発振可能とし、さらに、各波長を選択的に受信可能な受光素子を装備することにより、複数の局間で全 2 重通信を行うことができる光伝送システムを実現することができる。例えば、各局間を対向させて空間を介して光を送受信することにより全 2 重空間光伝送が可能となり、または各局間で光ファイバを伝送路として光を送受信することにより全 2 重ファイバ系光伝送が可能となる。また、用途によっては、発光素子として半導体レーザチップを搭載する容器と光拡散機能を有する樹脂部とが一体成形され、1 つの半導体レーザチップが搭載された半導体レーザ装置を複数用いてもよい。

【0044】

異なる複数の波長の中から、相手局が送信してきている波長を自動判別し、そ

の波長以外の波長を選択して自局から送信することにより、従来では半 2 重であった I r D A 等の光空間伝送を全 2 重空間光伝送とすることが可能となる。この場合、伝送に用いる光の波長を予め指定しておく必要が無く、親機と子機の区別が不要となって対称的通信が可能となる。さらに、自局から送信する際に、発光素子が送信している波長の光を受光素子が検出しないように制御すれば、自局の信号の影響を受けずに受信可能であるので、好ましい。また、本発明は、次世代マルチメディアインターフェースとして注目され、デジタル A V 信号を高速に伝送可能な I E E E 1 3 9 4 シリアルバスを直接ワイヤレス化するといった用途にも適用可能である。

【 0 0 4 5 】

さらに、従来では 2 本のファイバを用いることが主流であった I E E E 1 3 9 4 全 2 重化光通信方式を、1 本のファイバを用いて実現可能となる。

【 0 0 4 6 】

ファイバ系光伝送において、一方の端部に発光素子を配置し、他方の端部に光ファイバを配置し、接続コネクタの内部に受光素子を配置して固定するような筒状の接続コネクタを用いれば、素子とファイバとの接続が容易である。この接続コネクタの内壁面に受光素子を配置すれば、自局の発光素子からの光が受光素子に遮られないので、信号光の利用効率が向上する。

【 0 0 4 7 】

本発明の制御装置にあっては、受光素子の出力を受けて各波長光の受信状態を検出する光検出部と、通信相手が送信してきている波長の光を検出したときに受信可能状態であるかどうかを判断する判別部と、検出した波長の光のみを復調させて受信データを得る復調部と、その通信に応答する送信要求を行うときに、検出した波長とは異なる波長を自動的に選択する選択部とによって、異なる複数の波長の中から、相手局が送信してきている波長を自動判別し、その波長以外の波長を選択して自局から送信可能な光送信システムが実現可能となる。

【 0 0 4 8 】

また、本発明の通信装置にあっては、その通信に応答する送信要求を行うときに、受光部で検出された通信相手の送信波長とは異なる波長を自動的に選択して

送信するので、通信相手の端末が変わっても波長選択の設定をその都度行う必要がなく、従来複雑であった通信プロトコルの簡略化を図ることが可能となる。また、通信相手が送信してきている波長の光を検出したときに、それとは異なる波長の光を送信し、互いに送信光および受信光の波長が異なることを確認した上でコネクションを確立するプロトコルを設けることにより、確実に波長を分けて、データの送受信を全 2 重双方向で行うことが可能となる。さらに、各局でランダムな待ち時間を設定するプロトコルにより、同時送信状態が発生したときでもコネクション確立の衝突を回避することができ、どのような状況においても最終的にはコネクション確立されるので好ましい。

【 0 0 4 9 】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。

【 0 0 5 0 】

(実施形態 1)

図 1 は実施形態 1 の半導体レーザ装置を示す斜視図であり、図 2 はその断面図である。この半導体レーザ装置は、2 つの半導体レーザチップ 1、2 が通常の半導体レーザ用パッケージに実装され、パッケージ全体が樹脂 3 によってモールドされている。半導体レーザチップ 1、2 はパッケージの金属製ステム 5 と一体成形されたヒートシンク 4 に固着されており、良好な放熱特性を有している。本実施形態では、このパッケージの熱抵抗を 90 deg/W とした。半導体レーザチップ 1、2 のヒートシンク 4 に固着されていない面は、共通のリードピン 6 とワイヤ 7 により電氣的に接続されている。従って、半導体レーザチップ 1、2 は並列接続され、同時に電流が供給されて同期して発光する。

【 0 0 5 1 】

一般に、半導体レーザは発光スポットサイズが数 μm と非常に小さいため、レンズ等で集光された場合に光密度が高くなり、網膜を損傷するおそれがある。そこで、半導体レーザの出射光を空間に放射するときには、国際規格 IEC 60825-1 が定められており、これを満たす範囲であれば安全性が確保される。

【 0 0 5 2 】

本実施形態では、発光スポットサイズを大きくするために、光拡散性の樹脂でモールドするという手法を用いてその実現を試みた。その結果、発光スポットは約 1 0 m m まで広がり、目に対する安全性が確保された。ここでは、光拡散性樹脂として、エポキシ系透明樹脂にそれとは屈折率が異なるシリカ系樹脂を混合したものをを用いた。

【 0 0 5 3 】

さらに、半導体レーザに樹脂モールドを施す前に、キャップガラス 8 を有するキャップ 9 により封入した。これにより、半導体レーザチップ 1、2 が窒素ガスで封入され、信頼性が向上した。比較のために、キャップ 9 を用いずに半導体レーザチップをそのまま樹脂モールドすることも検討したが、この場合には素子が短時間で劣化した。これは、樹脂モールドの際の歪みが半導体レーザチップにかかることが原因であると考えられ、半導体レーザチップと樹脂が接触しないようにするのが好ましいことがわかる。

【 0 0 5 4 】

ところで、例えば 4 0 M b p s で 8 m 程度の光伝送を $\pm 1 5^{\circ}$ の放射角で実現するためには、約 3 5 0 m W の光出力が必要となるが、単一の素子でこれだけの光出力を放射した場合、半導体レーザの信頼性が大きく低下する。本実施形態では、半導体レーザチップを 2 個用いた半導体レーザ装置を作製しているため、2 個の半導体レーザチップでこの光出力を分担でき、1 チップ当たり 1 7 5 m W の光出力で良いことになる。素子の信頼性を確認したところ、平均故障時間は光出力の 2 乗に反比例し、信頼性は 4 倍向上することが確認された。さらに信頼性を向上させるためには、チップ数をさらに増加させればよいことは言うまでもない。

【 0 0 5 5 】

本実施形態では、全ての半導体レーザチップを 9 8 0 n m 帯で発振するようにした。さらに、7 6 0 n m ~ 1 . 5 μ m 帯の半導体レーザを用いて実験を行ったところ、他の波長帯と比較して非常に高い信頼性を確保可能であった。さらに、放射特性の経時変化について調べたところ、この波長帯の素子のみが安定した特性を有していることがわかった。この原因については明らかではないが、他の波

長帯では樹脂に対する光損傷が起こっているためと推測される。

【0056】

さらに、上記範囲内で半導体レーザの波長を変化させて光伝送特性を調べたところ、900nm近傍、1.1μm近傍および1.4μm近傍で実験を行ったときが最も雑音が少なく、良好な光伝送を実現することができた。この理由については明らかではないが、特に屋外での実験において顕著な効果が得られたことから、背景光強度、おそらく太陽光の影響がこの波長範囲で極小になるためと考えられる。

【0057】

本実施形態の半導体レーザ装置を用いて40Mbps、8mの光伝送を試みたところ、LEDを用いた場合と比較して、消費電力は約1/3であり、大幅な低消費電力化を実現することができた。また、高速伝送実験を試みたところ、伝送距離は短くなるものの、100Mbpsはもちろん、1Gbpsにおいても安定した伝送特性を示した。

【0058】

本実施形態においては熱抵抗が90deg/Wのパッケージを用いたが、数種類のパッケージを用いてこの値を変化させ、信頼性の確認を行った。その結果、熱抵抗が150deg/Wを超える場合、初期に素子劣化が生じることが確認された。熱抵抗がそれ以下の場合には安定した信頼性を示し、特に、100deg/W以下においては極めて良好な信頼性が得られた。

【0059】

さらに、複数の半導体レーザチップを並列接続して駆動した場合、全体の素子抵抗が減少して駆動電圧が低下することが確認された。本実施形態では、3V以下の駆動電圧で駆動回路を構成することができ、低消費電力化を実現することができた。

【0060】

さらに、本実施形態の半導体レーザ装置は、スポットサイズと放射角の制御に有効である。このことについて以下に説明する。

【0061】

本発明のように、半導体レーザの出力光を光拡散機能を有する樹脂によって拡散させる場合には、樹脂内部を光が通過する距離が長い程、樹脂から出射されたときの光のスポットサイズが大きくなる。目に対する安全性の観点から考えると、このスポットサイズはできるだけ大きい方が望ましい。ところが、スポットサイズを大きくするために樹脂内部を光が通過する距離を長くすると、当然のことながら、最終的な放射角も大きくなる。しかし、必要以上に放射角が大きくなると、有効に利用される光の割合が小さくなり、消費電力が大きくなるという問題が発生する。

【 0 0 6 2 】

これに対して、本実施形態のように複数の半導体レーザチップを搭載した場合には、単一の半導体レーザチップの場合に比べて樹脂内部通過距離が同じでも、図 2 に示すように、発光点の位置が離れている分だけ発光スポットサイズが大きくなる。従って、所望のスポットサイズを得るための樹脂モールドの大きさが小さくてもよく、その分だけ放射角を狭くすることができる。すなわち、複数の半導体レーザチップ間の距離と、樹脂モールドの大きさを調整することにより、発光スポットサイズと放射角とを制御することが可能となる。

【 0 0 6 3 】

例えば、単一の半導体レーザチップを樹脂モールドした場合、放射角を $\pm 15^\circ$ に設定すると発光スポットサイズは約 7 mm となり、放射角を $\pm 10^\circ$ に設定すると発光スポットサイズは約 5 mm となった。同じ放射角でより高い光出力が要求される場合には、スポットサイズをさらに大きくする必要があるが、単一の半導体レーザチップでは、放射角を同じに保ったまま発光スポットサイズのみを大きくすることは不可能であった。すなわち、発光スポットサイズを大きくするためには樹脂内部での光の拡散を強くする必要があり、樹脂中の拡散材、例えばシリカ系樹脂の量を多くする必要がある。しかし、これは放射角を大きくすることにつながるため、放射角とスポットサイズとを独立に制御することができない。

【 0 0 6 4 】

これに対して、複数の半導体レーザチップを用いた場合について、例えば、放

射角 $\pm 15^\circ$ 、発光スポットサイズ約 7 mm の条件で樹脂を形成する場合を考える。2 つの半導体レーザチップの発光点を 3 mm 離して配置すると、各発光点からの放射光は単一の半導体レーザの場合と同様に拡散され、発光スポットサイズが各々 7 mm、放射角が $\pm 15^\circ$ となる。このとき、スポットサイズ 7 mm のものが 2 つ平行に配置されているため、実際に素子外部から観察したときのスポットサイズは約 10 mm とみなすことができる。このように、半導体レーザチップ間の間隔を大きくすると、基本的には外部から見たスポットサイズが大きくなる。但し、半導体レーザチップ間の間隔をあまり大きくしすぎると、双峰の光強度分布になるため、注意する必要がある。ここでは、横方向に半導体レーザチップを 2 個配置した場合について説明したが、さらに半導体レーザチップの個数を増やすことにより、発光スポットの光強度分布を適切に調節することができ、上述のような双峰の発光強度分布を補正することも可能である。さらに、パッケージを工夫することにより、縦方向に半導体レーザチップを複数個配置することも可能である。

【 0 0 6 5 】

また、もっと狭い放射角が望ましい場合には、光拡散性の樹脂の量を減らしておいて、同様の調整を行えばよい。このように、複数の半導体レーザチップの数、その配置、拡散性の樹脂量や樹脂モールドの大きさ等を調整することにより、放射角と発光スポットを独立して制御することができる。

【 0 0 6 6 】

狭放射角で使用可能な状況においては、同じ光伝送速度および伝送距離を考えた場合、その分だけ低い光強度によって対応することができるので、半導体レーザ素子の信頼性を大幅に向上することができる。例えば、 $\pm 10^\circ$ で 40 Mbps、8 m の光伝送を行う場合には 160 mW の光出力で良いため、2 個の半導体レーザチップで光出力を分担すると、1 個当たり 80 mW の光出力で良く、飛躍的な信頼性の向上が確認された。この場合にも、半導体レーザチップの個数をさらに増やしたり、または半導体レーザチップ間の距離をさらに大きくする等の方法によって、さらに狭放射角を実現することができることは言うまでもない。さらに、場合によっては、半導体レーザチップを光の放射方向（図中、真上）から

傾けて搭載することも有効である。

【0067】

(実施形態2)

図3は本実施形態2の半導体レーザ装置を示す断面図である。本実施形態においては、半導体レーザチップとして、複数の発光部を有するマルチストライプ型半導体レーザ（いわゆる半導体レーザアレイ）11を用いている。この図では、発光部のストライプを図示せず、発光パターンのみを図示している。

【0068】

この半導体レーザ装置においては、発光部（ストライプ）が複数あることから素子の抵抗値が減少し、駆動電圧を低減することが可能となる。また、発光部間の距離を調節することにより、実施形態1と同様に、放射角を抑制しながら発光スポットサイズを拡大することが可能となる。さらに、半導体レーザチップの光出射端面における光密度を減少させることができるので、単一の半導体レーザでありながら信頼性が確保されるという点で有利である。本実施形態において、ドライエッチングによりストライプを傾斜させてミラーを形成するというのも有効である。

【0069】

さらに、幅広ストライプレーザを用いて半導体レーザチップの光出射端面における光密度を減少させることもでき、この場合にも単一の半導体レーザでありながら信頼性が確保されるという点で有利である。

【0070】

本発明者らがストライプ幅を変化させて実験を試みたところ、 $760\text{ nm} \sim 1.5\text{ }\mu\text{ m}$ の波長帯の半導体レーザにおいて、ストライプ幅が $7\text{ }\mu\text{ m}$ 以上であれば、スポットサイズと放射角の制御が容易であることが確認された。また、この波長帯においては、放射特性の経時変化もなく、他の波長帯と比較して格段に良好な特性が得られることが確認された。

【0071】

上記実施形態1および実施形態2では、半導体レーザ装置を単体の送信ユニットとして用いる場合について説明したが、図16に示したような従来の送受信ユ

ニットに適用した場合についても、同様の効果が得られた。この送受信ユニットを用いて構成した空間光伝送システムは、非常に安定した動作が可能であり、その信頼性も良好であった。さらに、センサー用光源等としても、放射角およびスポット径を調整して有効に利用可能であり、安定した動作が得られた。

【0072】

また、上記実施形態 1 および実施形態 2 では、複数の半導体レーザを並列に接続して駆動させる場合のみを示したが、複数の半導体レーザを直列に接続して駆動しても同様の効果が得られることは言うまでもない。但し、この場合には、抵抗値の低下は生じない。

【0073】

(実施形態 3)

図 4 は実施形態 3 の半導体レーザ装置を示す斜視図である。本実施形態においては、実施形態 1 と同様に、2 個の半導体レーザチップ 1 2、1 3 を半導体レーザ用パッケージに実装しているが、下記の点で実施形態 1 と異なっている。

【0074】

1. 半導体レーザチップ 1 2、1 3 は異なる発振波長を有している。本実施形態では、半導体レーザチップ 1 2 は 9 8 0 n m、半導体レーザチップ 1 3 は 9 2 0 n m とした。

【0075】

2. 半導体レーザチップ 1 2、1 3 は異なるリードピン 6、6 6 に各々ワイヤで接続されている。従って、このパッケージは、実施形態 1 よりもリードピンが 1 本増えている。

【0076】

次に、この半導体レーザ装置を備えた送受信ユニット（光伝送装置）、およびその送受信ユニットを用いた空間光伝送方式について、図 5 を用いて説明する。この送受信ユニット 2 0 は、送信ユニット 2 1、第 1 の受信ユニット 2 2 および第 2 の受信ユニット 2 3 から構成されている。

【0077】

送信ユニット 2 1 は、図 4 に示した異なる 2 つの発振波長を有する半導体レー

ザチップが内蔵され、樹脂でモールドされている。受信ユニット 2 2、2 3 は、シリコンから構成される同じ受光素子を内蔵しているが、それをモールドしている樹脂が異なっている。第 1 の受信ユニット 2 2 は波長 9 5 0 n m 以下の光を透過しない樹脂を用いており、第 2 の受信ユニット 2 3 は波長 9 0 0 n m 以下の光を透過しない樹脂を用いている。

【 0 0 7 8 】

この送受信ユニットを 2 個用いて双方向の通信を行う場合を考える。まず、相手局から信号光が到達する場合を考えると、相手局も 9 8 0 n m と 9 2 0 n m の 2 つの発振波長を有する半導体レーザチップを内蔵しているので、どちらの波長を用いて送信してくるかは不明である。そこで、送られてきた信号光を受信したときに、以下のように、第 1 の受信ユニット 2 2 および第 2 の受信ユニット 2 3 の受信レベルをチェックすることにより、相手局が送信してきている光の波長を判別する。

【 0 0 7 9 】

状態 1 : 第 1 の受信ユニット 2 2 および第 2 の受信ユニット 2 3 の両方で信号光を受信した場合、相手局は 9 8 0 n m のレーザ光を用いて送信してきていることがわかる。

【 0 0 8 0 】

状態 2 : 第 1 の受信ユニット 2 2 は信号光を受信せず、第 2 の受信ユニット 2 3 が信号光を受信した場合、相手局は 9 2 0 n m のレーザ光を用いて送信してきていることがわかる。

【 0 0 8 1 】

相手局からの送信がある場合には上記 2 つの状態しかあり得ないから、これにより相手局の用いているレーザ光の波長を判別可能である。この程度の判別は瞬時に行うことができるので、これを基にして、自局からの送信に使用するレーザ光の波長を決定する。この波長は、以下のように、相手局が用いている波長とは異なる波長に設定する。

【 0 0 8 2 】

上記状態 1 の場合には、自局は 9 2 0 n m の波長を用いて送信する。このとき

、自局からの送信光は第 1 の受信ユニット 2 2 に受信されず、第 2 の受信ユニット 2 3 によって受信される。従って、第 1 の受信ユニット 2 2 を用いて相手局からの信号を受信すれば、自局の送信信号の影響を受けることなく受信することができる。但し、相手局は自分の送信信号を自分の受信ユニットで必ず受信してしまう。よって、自局のみが同時に送受信を行うことができる。

【 0 0 8 3 】

上記状態 2 の場合には、自局は 9 8 0 n m の波長を用いて送信する。このとき、自局からの送信光は第 1 の受信ユニット 2 2 および第 2 の受信ユニット 2 3 の両方で受信されてしまう。よって、相手局のみが同時に送受信を行うことができる。

【 0 0 8 4 】

(実施形態 4)

本実施形態では、常に全 2 重通信が可能となる空間光伝送方式について説明する。図 6 は実施形態 4 の空間光伝送ユニットを示す断面図である。本実施形態において、実施形態 3 と異なる点は以下の通りである。

【 0 0 8 5 】

1. モールド樹脂には波長選択性は無い。

【 0 0 8 6 】

2. 第 1 の受信ユニット 2 2 および第 2 の受信ユニット 2 3 の各受光素子 2 4 の直上に波長選択フィルタ 2 5、2 6 が設けられている。

【 0 0 8 7 】

3. 波長選択フィルタ 2 5 は 9 5 0 n m 以上の光を透過し、波長選択フィルタ 2 6 は 9 5 0 n m 以下の光を透過する。

【 0 0 8 8 】

この送受信ユニットを 2 個用いて双方向の通信を行う場合を考える。まず、相手局から信号光が到達する場合を考えると、相手局も 9 8 0 n m と 9 2 0 n m の 2 つの発振波長を有する半導体レーザチップを内蔵しているので、どちらの波長を用いて送信してくるかは不明である。そこで、送られてきた信号光を受信したときに、以下のように、第 1 の受信ユニット 2 2 および第 2 の受信ユニット 2 3

の受信レベルをチェックすることにより、相手局が送信してきている光の波長を判別する。

【 0 0 8 9 】

状態 1 : 第 1 の受信ユニット 2 2 が信号光を受信し、第 2 の受信ユニット 2 3 は信号光を受信しない場合、相手局は 9 8 0 n m のレーザ光を用いて送信してきていることがわかる。

【 0 0 9 0 】

状態 2 : 第 1 の受信ユニット 2 2 は信号光を受信せず、第 2 の受信ユニット 2 3 が信号光を受信した場合、相手局は 9 2 0 n m のレーザ光を用いて送信してきていることがわかる。

【 0 0 9 1 】

相手局からの送信がある場合には上記 2 つの状態しかあり得ないから、これにより相手局の用いているレーザ光の波長を判別可能である。この程度の判別は瞬時に行うことができるので、これを基にして、自局からの送信に使用するレーザ光の波長を決定する。この波長は、以下のように、相手局が用いている波長とは異なる波長に設定する。

【 0 0 9 2 】

上記状態 1 の場合には、自局は 9 2 0 n m の波長を用いて送信する。このとき、自局からの送信光は第 1 の受信ユニット 2 2 に受信されず、第 2 の受信ユニット 2 3 によって受信される。従って、第 1 の受信ユニット 2 2 を用いて相手局からの信号を受信すれば、自局の送信信号の影響を受けることなく受信することができ、全 2 重通信が可能となる。

【 0 0 9 3 】

上記状態 2 の場合には、自局は 9 8 0 n m の波長を用いて送信する。このとき、自局からの送信光は第 1 の受信ユニット 2 2 によって受信され、第 2 の受信ユニット 2 3 には受信されない。従って、第 2 の受信ユニット 2 3 を用いて相手局からの信号を受信すれば、自局の送信信号の影響を受けることなく受信することができ、全 2 重通信が可能となる。

【 0 0 9 4 】

従って、いずれの場合にも相手局からの信号光の波長を瞬時に判別することにより、自局からの送信に用いる半導体レーザを決定し、それを用いて送信することにより全 2 重通信が可能となる。

【 0 0 9 5 】

さらに、送信用の半導体レーザとして 3 個以上の異なる波長を有するものを用いて、受光素子に設けるフィルタとしてバンドパスフィルタを用いれば、3 局以上の同時通信も原理的には可能となる。

【 0 0 9 6 】

次に、信号の送受信開始に至るまでのコネクション形成手順について、さらに詳しく説明する。ここでは、端末 A と端末 B の間の送受信を考える。両端末には、実施形態 1 および実施形態 2 で説明したような $\lambda 1$ と $\lambda 2$ の 2 波長を送信可能な複数の半導体レーザまたは多波長レーザと、これらの波長を判別手段を有する受光素子とが装備されているものとする。

【 0 0 9 7 】

まず、端末 A が先に送信を開始した場合のコネクション形成手順について、図 7 を参照しながら説明する。この図 7 においては、時間の経過に従って上から下に向かって図示している。

【 0 0 9 8 】

ステップ 1 において、端末 A は他の端末からのデータ信号光や送信要求信号光等が検出されていないことを確認した上で、波長 $\lambda 1$ の光を用いて送信要求信号を送出する。

【 0 0 9 9 】

ステップ 2 において、端末 B は端末 A からの送信要求信号を確認した後、送信側に受信したことを告げる受信応答信号を波長 $\lambda 2$ を用いて送出的る。

【 0 1 0 0 】

ステップ 3 において、端末 A は端末 B からの受信応答を確認し、これによりコネクションが確立する。

【 0 1 0 1 】

これ以降、端末 A は波長 $\lambda 1$ の光を用いて送信し、波長 $\lambda 2$ の光を受信する。

また、端末Bは波長 λ_2 の光を用いて送信し、波長 λ_1 の光を受信する。このように波長分割を行ってデータ送受信を全2重双方向で行うことができる。端末Bが先に送信を開始した場合も、同様の手順で全2重双方向通信が可能となる。

【0102】

次に、端末Aと端末Bが同時に送信を開始した場合の接続形成手順について、図8を参照しながら説明する。この図8においても、時間の経過に従って上から下に向かって図示している。

【0103】

ステップ1において、端末Aと端末Bが両方共、他の端末からのデータ信号光や送信要求信号光等が検出されていないことを確認した上で、同時に波長 λ_1 の光を用いて送信要求信号を送出した場合を考える。この場合、波長 λ_1 の光を送信に用いているため、両端末とも自動的に、波長 λ_1 の受光素子は受光することができない状態しておく、

ステップ2において、双方とも、波長 λ_1 の光を受光することができないため、光検出されず、受信応答待ち時間の状態が継続する。このとき、各端末の応答待ち時間はランダム設定としてあり、送信要求を行う度に応答待ち時間が変化する。従って、端末Aおよび端末Bのうちのどちらか一方が先にタイムアウトすることになる。

【0104】

ここで、端末Aが先にタイムアウトした場合を考えると、ステップ3においてタイムアウトした端末Aは波長 λ_1 の受光が可能となり、波長 λ_1 の光検出を確認する。

【0105】

この波長 λ_1 の光検出の確認に基づいて、ステップ4において、端末Aは受信応答信号を波長 λ_2 を用いて送出する。

【0106】

ステップ5において、端末Bは端末Aからの受信応答を確認し、これにより接続が確立する。

【0107】

これ以降は、図 7 と同様、波長分割を行ってデータ送受信を全 2 重双方向で行うことができる。コネクションが確立できない場合には応答待ち時間をランダムに変化させて初めから再度トライする。これにより、どのような状況においても最終的にはコネクションが確立される。

【 0 1 0 8 】

以上の手続きを自動的に行うための半導体レーザ駆動回路および受光素子の信号処理回路のブロックダイアグラムを図 9 に示す。このように構成された制御装置と、上記半導体レーザおよび受光素子を用いることにより、全 2 重の光伝送を実現することができる。以下に、この制御装置の動作について説明する。

【 0 1 0 9 】

4 1 1 は $\lambda 1$ の波長選択フィルタ機能を有する単一波長受光素子であり、4 1 2 は $\lambda 2$ の波長選択フィルタ機能を有する単一波長受光素子である。ここでは、各素子をパッケージ化して受光モジュール 4 1 0 を形成しているが、別々のパッケージに分離しても構わない。

【 0 1 1 0 】

4 3 1 は受光素子 4 1 1 の信号を受けて受信した波長 $\lambda 1$ の信号が有効であるかどうかを判断し、有効であればそれを示す信号 ($\lambda 1 DET$) を出力する受信キャリア検出回路である。4 3 2 は、同様に、受光素子 4 1 2 の信号を受けて受信した波長 $\lambda 2$ の信号が有効であるかどうかを判断し、有効であればそれを示す信号 ($\lambda 2 DET$) を出力する受信キャリア検出回路である。

【 0 1 1 1 】

4 5 0 は受信信号の波長を判別して、受信可能であれば受信イネーブル信号 ($R \times E$) と有効な受信信号のみを復調回路に導くための受信セクタ信号 (λSEL) を出力すると共に、送信要求信号 ($T \times Req$) がアクティブになったときに受信信号とは異なる波長の送信信号を選択する送信制御信号 ($T \times SEL$) を出力する判別回路である。この判別回路 4 5 0 は、自局 (自端末) から信号を送信したときに送信信号が回り込んで自局で受信してしまい、誤動作が生じないように、送信時に該当する波長の光検出を無効にする受信検出選択回路も備えている。

【0 1 1 2】

4 7 0 は受信セクタ信号に基づいて有効な受信信号を選択する受信信号セクタであり、4 8 0 は選択された信号を復調する復調回路である。

【0 1 1 3】

4 6 0 は判別回路 4 5 0 の送信要求に基づいて送信する波長を選択し、該当する送信駆動回路を選択する送信セクタである。4 4 1、4 4 2 は送信駆動回路であり、4 2 1、4 2 2 は各波長に対応した単一波長発光素子である。ここでは、各素子をモジュール化して発光モジュール 4 2 0 を形成しているが、用途によっては分離してもよい。また、各素子を同時に駆動することがない場合には、送信駆動回路 4 4 1、4 4 2 を 1 個にして駆動回路の出力側にセクタ回路を設けることにより、回路規模を小さくしても基本的な動作は同じである。また、送信用の変調回路については駆動回路 4 4 1、4 4 2 に含まれるが、変調方式によっては分離して送信セクタ 4 6 0 の前の送信データ入力側に設けてもよい。

【0 1 1 4】

この光伝送装置を有効に動作させるために制御を行う判別回路 4 5 0 の実現には、ソフトウェアにより行う方式とハードウェアにより行う方式がある。まず、ソフトウェアにより判別回路 4 5 0 を実現する方式について説明する。

【0 1 1 5】

両方の端末が送信していない状態のときは、送信要求信号 (TxReq) および $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ の検出信号 ($\lambda 1 DET$ 、 $\lambda 2 DET$) はインアクティブである。まず、 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ の検出信号の状態をチェックして、両方がインアクティブである場合には信号の受信が無く (エンプティ状態: RxEmp)、両方ともアクティブである場合にはエラー状態 (RxErr) で、通信できない状態である。また、どちらかがアクティブである場合には、該当する波長の信号を受信していることを示し、受信イネーブル状態 (RxE) と判断する。

【0 1 1 6】

上位の通信モジュールによってデータの送信要求が発生した場合には、送信要求信号がアクティブになるか、または送信要求指示が発生する。これを受けて、上述のように $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ の検出信号の状態をチェックし、受信状態がエンプティ

一状態であって、かつ、エラー状態でないときには、送信が可能である。よって、波長 $\lambda 1$ の駆動回路441または波長 $\lambda 2$ の駆動回路442を選択して送信を開始する（ここでは、駆動回路441を選択したことにする）。このとき、送信した光の回り込みや反射等により自局が送信した信号を受信してしまうと、単一波長光による全2重通信ができない。従って、送信開始後は、送信している波長を検出する受信キャリア検出回路の出力を無効にするか、または上述した受信状態の判定方法を変える必要がある。この状態では、相手局が波長 $\lambda 2$ の光で応答してくるのを待てば良いから、受信キャリア検出回路432の出力（ $\lambda 2 DET$ ）を監視すると共に、受信セクタ信号（ λSEL ）によって受信信号セクタ470を波長 $\lambda 2$ に切り替えて受信信号を復調できるようにする。波長 $\lambda 2$ を検出する受信キャリア検出回路432の出力がアクティブになれば、全2重通信路が確立し、通信を開始することができる。

【0117】

一方、受信側の動作は、以下の通りである。通信が始まっていないので、上述のように $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ を検出する受信キャリア検出回路431、432の出力 $\lambda 1 DET$ 、 $\lambda 2 DET$ は、インアクティブでエンプティー状態であり、受信待ちの状態である。そして、相手局が送信を開始して例えば波長 $\lambda 1$ の光を送出してくると、波長 $\lambda 1$ を検出する受信キャリア検出回路431の出力がアクティブになる。このとき、波長 $\lambda 2$ の光が受信キャリア検出回路432によって検出されるとエラー状態となって通信ができない。受信キャリア検出回路431の出力のみがアクティブである場合には、この端末は受信可能であるので信号セクタ470を $\lambda 1$ に切り替えて波長 $\lambda 1$ の信号を復調回路480に接続する。そして、受信イネーブル信号をアクティブにするか、または受信イネーブルの指示を上位通信モジュールに伝える。上位通信モジュールはこれを受けて受信状態であることを知り、通信応答に向けた送信要求を行う。そして、この端末に対する送信要求があれば、現状態では波長 $\lambda 2$ の信号が用いられていないことが判断できるので、波長 $\lambda 2$ に対応する駆動回路442を駆動し、発光素子422を用いて受信応答信号を送信する。この受信応答信号の送信中は、光の回り込み現象のために波長 $\lambda 2$ を検出する受信キャリア検出回路432の出力がアクティブになるため、

この出力を無効にするか、または上述した受信状態の判定方法を変える必要がある。このようにして全 2 重通信路が確立し、双方向のデータ通信を開始することができる。

【0 1 1 8】

なお、同時発信した場合に衝突を回避するための通信プロトコルについては、上位の通信モジュールにより実現することができ、ランダムな応答時間を設定するタイマーについても同様である。これらの動作については、上述した通りである。

【0 1 1 9】

次に、ハードウェアにより判別回路 4 5 0 および送信セクタ 4 6 0 を実現するための回路構成の一例について、図 1 0 を参照しながら説明するが、同じような機能を有する回路であれば、実現方法はこれに限られない。

【0 1 2 0】

判別回路 4 5 0 は、送信時に信号の回り込みによる誤判定を防止するために、受信検出選択回路 5 0 0、受信波長判別回路 5 0 1 および汎用ゲート 5 0 2、5 0 3 から構成される。ここで、送信セクタ 4 6 0 および判別回路 4 5 0 からの入出力インターフェースは、基本的に図 9 に示した信号と合わせてあり、基本的な動作はソフトウェアによる制御と同じである。

【0 1 2 1】

両方の端末が送信していない状態のときは、送信要求信号 (TxReq) および $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ の検出信号 ($\lambda 1 DET$ 、 $\lambda 2 DET$) はインアクティブである。よって、各波長の光に対応する送信リクエスト信号 TxReq $\lambda 1$ 、TxReq $\lambda 2$ はインアクティブであり、 $\lambda 1 DET$ 、 $\lambda 2 DET$ 信号は、受信検出選択回路 5 0 0 の AND 回路の入力に論理反転されて入力されていることから、受信検出選択回路 5 0 0 を通過して受信波長判別回路 5 0 1 に導かれている。受信波長判別回路 5 0 1 は、この信号を検査して両方がインアクティブのときには信号の受信が無いエンプティ状態 (RxEmp)、両方ともアクティブのときにはエラー状態 (RxErr) で通信できない状態と判断し、どちらかがアクティブである場合に該当する波長の信号を受信していることを示す状態 (Rx $\lambda 1$ または

Rx λ 2)と判断する。よって、受信波長判別回路501での判定の結果、RxEm pがアクティブとなればエンプティ状態であることが分かり、RxErrがアクティブとなればエラー状態であることが分かる。また、その出力は汎用ゲート502を通して受信イネーブル信号の出力となっている。この受信イネーブル信号(RxE)は、受信エラー状態(RxErr)およびエンプティ状態(RxEm p)ではインアクティブになり、どちらか一方の波長光を受信したときのみアクティブになる。

【0122】

汎用ゲート503は、受信エンプティ状態(RxEm p)で送信を開始するときに波長 λ 1を選択するための回路である。ここで、上位の通信モジュールによってデータの送信要求が発生した場合には、通信路が空いていること(RxEm pがアクティブ状態)を確認して送信要求信号(TxReq)をアクティブにする。この状態では、汎用ゲート503の出力はアクティブ(H)であるから、送信要求信号(TxReq)がアクティブ(H)になったときに波長 λ 1の光送信要求信号TxReq λ 1がアクティブ(H)になり、送信データTx DがANDゲートを通過してTx D λ 1に出力されて、駆動回路441を駆動することになる。なお、駆動回路の制御には送信要求信号TxReq λ 1を用いても良い。このとき、送信要求信号TxReq λ 1は、 λ 1DET信号のゲート信号となっているため、波長 λ 1の光の送信を開始した状態で、光の回り込みや反射等による誤検出を防止するために λ 1DET信号をインアクティブにすれば、それ以降は波長 λ 2の信号受信を待つ待ち状態にロックされる。この状態では、波長 λ 1の光は検出できなくなるため、送信セクタ460によって波長 λ 2の光を送信してしまうことはない。

【0123】

この状態で相手端末が波長 λ 1の信号を受けて波長 λ 2の信号で応答してきたら、受信キャリア検出回路の出力 λ 2DETがアクティブ、受信波長判別回路501のRx λ 2がアクティブ(H)となり、それに伴って受信イネーブル信号Rx Eがアクティブとなる。また、受信セクタ信号 λ SELは元々Lで受信信号セクタ470が波長 λ 2を選択しているので、復調回路480で復調されて受

信データ $R \times D$ が得られる。上位の通信モジュールは、受信イネーブル信号 $R \times E$ がアクティブになることで、全 2 重通信路が確立したことを判断し、通信を開始することができる。このとき、 $R \times \lambda 2$ の出力がアクティブ (H) になって汎用ゲート 5 0 2 の出力が L に落ちるが、汎用ゲート 5 0 3 の出力は変化しないために波長 $\lambda 1$ による光の送信は変化しない。さらに、受信イネーブル信号 $R \times E$ と送信要求信号 $T \times R e q$ を AND ゲートを通すことによって、全 2 重通信が確立したことを示す信号 $F u l D$ を出力することもできる。

【0 1 2 4】

次に、受信側の動作を説明する。受信側の端末が受信待機状態（通信が始まっていない初期状態）で待っているとき、相手端末から波長 $\lambda 1$ の信号光を受信したとする。受信待機状態では、送信リクエスト信号 ($T \times R e q$) がインアクティブ (L) であるから、受信検出選択回路 5 0 0 のゲートは両方とも開いており、どちらの波長の受信光も検出することができる。この状態で波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ の両方の信号を受信した場合には、受信波長判別回路 5 0 1 でエラーと判断され、受信イネーブル信号 $R \times E$ がアクティブにならない。また、どちらか一方の信号を受信したときには受信イネーブル信号 $R \times E$ がアクティブとなって受信可能であることを示す。ここでは、波長 $\lambda 1$ の光を受信していることから、受信波長判別回路 5 0 1 の出力 $R \times \lambda 1$ の出力は H となる。その信号が $\lambda S E L$ となることから受信信号セクタ 4 7 0 は波長 $\lambda 1$ の信号をセレクトし、復調回路 4 8 0 で復調して受信データ $R \times D$ が得られる。上位通信モジュールが受信イネーブル信号 $R \times E$ を調べて受信状態であることを確認したら、それに応答して送信要求 $T \times R e q$ を行う。このとき、受信波長判別回路 5 0 1 の出力 $R \times \lambda 1$ は H、汎用ゲート 5 0 3 の出力は L であることから、波長 $\lambda 2$ の光送信要求信号 $T \times R e q \lambda 2$ がアクティブになり、波長 $\lambda 2$ に対応する駆動回路 4 4 2 が駆動されて、発光素子 4 2 2 から波長 $\lambda 2$ の受信応答信号が送信される。同時に、 $T \times R e q \lambda 2$ は、受信検出選択回路 5 0 0 の $\lambda 2 D E T$ 信号のゲート信号となっているために $\lambda 2 D E T$ がインアクティブとなり、回路がロックされる。これにより、送信が波長 $\lambda 2$ 、受信が波長 $\lambda 1$ に固定されて全 2 重通信が可能となる。

【0 1 2 5】

以上に説明したように、ソフトウェアであってもハードウェアであっても実現方法を問わず、各波長光の受信状態を検出して相手の送信波長光を検出したときに受信可能状態かどうかを判断すると共に、検出した波長の光のみを復調させて受信データを得、応答送信要求時に検出波長とは異なる波長を自動的に選択して送信するように制御する制御装置と、異なる複数の波長を独立して発振可能な半導体レーザ装置と、各波長を選択的に受信可能な受光素子とを用いることにより、自動的に全 2 重通信路を実現することが可能である。

【0 1 2 6】

(実施形態 5)

本実施形態でも、常に全 2 重通信が可能となる空間光伝送方式について説明する。図 1 1 は実施形態 5 の空間光伝送ユニットを示す断面図である。本実施形態において、実施形態 4 と異なる点は以下の通りである。

【0 1 2 7】

1. 送信ユニットは 900 nm と 1.2 μ m の発信波長を有する 2 個の半導体レーザを用いている。

【0 1 2 8】

2. 第 1 の受信ユニット 2 2 はシリコン系受光素子 2 7 を有し、1 μ m 以下に受光感度を有する。また、第 2 の受信ユニット 2 3 はインジウムガリウム砒素 (InGaAs) 系の受光素子 2 8 を有し、1 μ m 以上に受光感度を有する。

【0 1 2 9】

3. 各受信ユニットにフィルタは配置されていない。

【0 1 3 0】

この送受信ユニットを 2 個用いて双方向の通信を行う場合を考える。まず、相手局から信号光が到達する場合を考えると、相手局も 900 nm と 1.2 μ m の 2 つの発振波長を有する半導体レーザチップを内蔵しているので、どちらの波長を用いて送信してくるかは不明である。そこで、送られてきた信号光を受信したときに、以下のように、第 1 の受信ユニット 2 2 および第 2 の受信ユニット 2 3 の受信レベルをチェックすることにより、相手局が送信してきている光の波長を判別する。

【0 1 3 1】

状態 1 : 第 1 の受信ユニット 2 2 が信号光を受信し、第 2 の受信ユニット 2 3 は信号光を受信しない場合、相手局は 9 0 0 n m のレーザ光を用いて送信してきていることがわかる。

【0 1 3 2】

状態 2 : 第 1 の受信ユニット 2 2 は信号光を受信せず、第 2 の受信ユニット 2 3 が信号光を受信した場合、相手局は 1 . 2 μ m のレーザ光を用いて送信してきていることがわかる。

【0 1 3 3】

相手局からの送信がある場合には上記 2 つの状態しかあり得ないから、これにより相手局の用いているレーザ光の波長を判別可能である。この程度の判別は瞬時に行うことができるので、これを基にして、自局からの送信に使用するレーザ光の波長を決定する。この波長は、以下のように、相手局が用いている波長とは異なる波長に設定する。

【0 1 3 4】

上記状態 1 の場合には、自局は 1 . 2 μ m の波長を用いて送信する。このとき、自局からの送信光は第 1 の受信ユニット 2 2 に受信されず、第 2 の受信ユニット 2 3 によって受信される。従って、第 1 の受信ユニット 2 2 を用いて相手局からの信号を受信すれば、自局の送信信号の影響を受けることなく受信することができ、全 2 重通信が可能となる。

【0 1 3 5】

上記状態 2 の場合には、自局は 9 0 0 n m の波長を用いて送信する。このとき、自局からの送信光は第 1 の受信ユニット 2 2 によって受信され、第 2 の受信ユニット 2 3 には受信されない。従って、第 2 の受信ユニット 2 3 を用いて相手局からの信号を受信すれば、自局の送信信号の影響を受けることなく受信することができ、全 2 重通信が可能となる。

【0 1 3 6】

従って、いずれの場合にも相手局からの信号光の波長を瞬時に判別することにより、自局からの送信に用いる半導体レーザを決定し、それを用いて送信するこ

とにより全 2 重通信が可能となる。本実施形態では、受光素子の特性に波長依存性があるものを用いており、その特性に合致した半導体レーザを用いることにより、フィルタを用いることなく全 2 重通信が可能となる。

【 0 1 3 7 】

(実施形態 6)

図 1 2 に、本発明の半導体レーザ装置および本発明の制御装置を用いた双方向赤外線通信装置 6 0 0 について、誤り率を測定するための実験装置を示す。

【 0 1 3 8 】

6 0 1 は本発明の半導体レーザ装置を用いた送信器、および各波長を選択受信可能な赤外線受信機である。6 0 2 は図 9 に示した本発明の制御装置、およびマイクロコンピュータを用いて実験用の制御統制機能を実現可能としたものであり、これらで赤外線通信装置 6 0 0 が構成されている。

【 0 1 3 9 】

この赤外線通信装置 6 0 0 には、送信要求のためのスイッチ 6 0 3 と送信停止要求のためのスイッチ 6 0 4 が設けられ、赤外線通信装置 6 0 0 を向かい合わせて送信要求スイッチ 6 0 3 を押すと、実施形態 4 で説明した通信手順を実効して全 2 重通信路を形成するように構成されている。6 1 1 は通信路が全 2 重通信モードになったことを示す L E D であり、6 1 2 は波長 λ_1 光の信号検出を示す L E D であり、6 1 3 は波長 λ_2 光の信号検出を示す L E D である。

【 0 1 4 0 】

6 0 5 は伝送状態をチェックするために設けられた伝送路の誤り率測定装置である。ここでは、双方向の通信状態をチェックするために 2 台の誤り率測定装置 6 0 5、6 0 5 を設置し、上りと下りの伝送誤りを同時にチェックできるようにした。

【 0 1 4 1 】

この実験装置を用いて伝送速度 1 0 0 M b p s、通信距離 2 m で実験を行ったところ、片方の通信装置 6 0 0 の送信要求スイッチ 6 0 3 を押すことにより双方向の送信が始まり、双方光通信状態になったことを示す L E D 6 1 1 が点灯した。そして、誤り率計のエラーは 0 となり、良好な通信状態であることが分かった。

【0142】

また、送信停止スイッチ604を押すことにより両方の送信が終了し、全2重通信が可能であることが確認できた。本実施形態では100Mbpsで実験を行ったが、クロックスピードを上げることによってさらに高速の伝送が可能であることは言うまでもない。

【0143】

(実施形態7)

本実施形態では、半導体レーザを樹脂モールドする際に、屈折率の異なる材料の混入量や樹脂の大きさ、形状等を調整して光スポット径が1mmになるように設定し、ファイバとしてコア径1mmのPOFを用いてこれらを直接接合することを試みた。その結果、特別な工具を用いること無しに、目視で簡単に高効率の光結合を行うことが可能であった。また、半導体レーザのスポットサイズと放射角を自由に調整することができるため、用途に応じた仕様で設計することが可能であった。

【0144】

なお、本実施形態では、樹脂モールド中の屈折率の異なる材料の混入量や樹脂の大きさ、形状等を調整して光スポット径が1mmになるように設定したが、別のスポットサイズが要求される場合には、複数の半導体レーザチップの間隔や、マルチストライプレーザの発光部間隔、幅広レーザの発光部幅等を調整して所望のスポットサイズを得ることも可能である。

【0145】

(実施形態8)

図13は実施形態8のファイバ系光伝送ユニットを示す断面図である。この光伝送ユニットは、ファイバとしてPOF72を用いており、その先端に光ミニプラグ71が装備されている。半導体レーザ装置70は、780nmの発信波長を有する半導体レーザチップ70aと980nmの発信波長を有する半導体レーザチップ70bとが1つのパッケージ内に実装され、全体が樹脂モールドされて発光スポットサイズ約1mmとされている。半導体レーザ装置70は光ミニジャック

ク (OMJ) 73 に取り付けられ、OMJ 73 の内部には波長 780 nm の光を選択的に受信可能な受光素子 74 と波長 980 nm の光を選択的に受信可能な受光素子 75 が内蔵されている。受光素子 74、75 は、半導体レーザ装置 70 と POF 72 との間の光路内に取り付けられ、それによって半導体レーザ装置 70 からの出射光の一部が遮断されるが、残りが POF 72 に導かれる。また、POF 72 からの光も、受光素子 74、75 に受光されるものとそれを通過して半導体レーザ装置 70 に戻るものに分かれる。しかし、半導体レーザチップ 70 a、70 b は樹脂モールドされているため、戻り光のうち半導体レーザチップ 70 a、70 b にまで戻るものは殆ど無く、戻り光雑音は確認されなかった。

【0146】

本実施形態のファイバ系光伝送ユニットを用いて映像情報の伝送を試みたところ、実施形態 4 で説明した手順で行うことにより、全 2 重通信が可能であることが確認された。

【0147】

(実施形態 9)

図 14 は実施形態 9 のファイバ系光伝送ユニットを示す断面図である。本実施形態において、実施形態 8 と異なる点は、光ミニジャック 73 内の受光素子 74、75 の配置である。本実施形態においては、波長 780 nm の光を選択的に受信可能な受光素子 74 と波長 980 nm の光を選択的に受信可能な受光素子 75 が光ミニジャック 73 の内壁面に取り付けられている。従って、実施形態 8 のように半導体レーザ装置 70 から直進して出力された光が受光素子 74、75 によって遮られることなく POF 72 に導かれ、高効率の光結合が実現された。また、POF 72 からの光は POF 72 出力後に回折し、ある程度の広がり角をもって出射されるから、受光素子 74、75 が内壁面に取り付けられていても、十分な受光感度を得られる。その結果、半導体レーザ装置の光出力が実施形態 8 と比較して 80% であっても、実施形態 8 と同様の光伝送を実現可能であった。

【0148】

さらに、本実施形態の光伝送ユニットにより、多チャンネルケーブルテレビの配信信号を用いて映像信号の伝送実験を行った。伝送速度を 1 Gbps、伝送距

離（ファイバ長さ）を 1 0 0 m としたところ、全 2 重でエラーフリーの良好な伝送が確認された。同様の効果は、A V 機器間の映像信号伝送に用いた場合にも確認され、本発明はこれらの信号伝送に適していることが確認された。

【0 1 4 9】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明による場合には、半導体レーザチップを搭載する容器と光拡散機能を有する樹脂部とが一体成形されているので、半導体レーザチップからの出射光を空間に安全に放出することができ、低消費電力で高速伝送が可能となる。

【0 1 5 0】

複数の発光部を有するマルチストライプ型半導体レーザを用いるか、幅 $7 \mu\text{m}$ 以上の発光部を有する幅広ストライプ半導体レーザを用いるか、複数の半導体レーザチップを搭載することによって、素子の信頼性が飛躍的に向上し、さらに、発光スポットサイズと光放射角の制御が容易になる。

【0 1 5 1】

樹脂部に屈折率が異なる材料を混入し、樹脂部を半導体レーザチップと接触しないように設けることにより、目に対する安全性を充分確保することができる。特に、半導体レーザチップを搭載する容器の熱抵抗を 150 deg/W 以下とするのが効果的である。

【0 1 5 2】

半導体レーザチップの複数の発光部、または複数搭載された半導体レーザチップが全て同じ波長帯域で発振するものであれば、半導体レーザ装置の信頼性を向上させることが可能となる。また、半導体レーザチップの複数の発光部または複数搭載された半導体レーザチップのうちの少なくとも 2 つが、異なる波長帯域で発振するものであれば、全 2 重通信が可能となる。

【0 1 5 3】

特に、発振波長 760 nm 以上 $1.5 \mu\text{m}$ 以下の波長帯で非常に効果的であり、 900 nm 、 $1.1 \mu\text{m}$ および $1.4 \mu\text{m}$ 近傍の波長では最も雑音が少なく良好な状態で光伝送を行うことができる。

【0 1 5 4】

さらに、波長判別手段を有する受光素子を装備することにより、全 2 重空間光伝送システムが実現可能となる。

【0 1 5 5】

異なる複数の波長の中から、相手局が送信してきている波長を自動判別し、その波長以外の波長を選択して自局から送信することにより、従来では半 2 重であった I r D A 等の光空間伝送を全 2 重空間光伝送とすることができる。また、伝送に用いる光の波長を予め指定しておく必要が無いので、親機と子機の区別が不要となって対称的通信が可能となり、通信相手の端末が変わっても波長選択の設定が不要となる。また、従来複雑であった通信プロトコルの簡略化も図ることができる。また、本発明は、I E E E 1 3 9 4 空間伝送方式にも適用可能である。

【0 1 5 6】

自局から送信する際に、発光素子が送信している波長の光を受信回路が検出しないように制御すれば、自局の信号の影響を受けずに受信可能であり、良好な通信状態を確保することができる。

【0 1 5 7】

さらに、従来では 2 本のファイバを用いることが主流であった I E E E 1 3 9 4 全 2 重化光通信方式を、1 本のファイバを用いて実現可能することができ、半導体レーザ装置とファイバの光結合を簡単に行うことができる。

【0 1 5 8】

一方の端部に発光素子（半導体レーザ装置）を配置し、他方の端部に光ファイバを配置し、接続コネクタの内部に受光素子を配置して固定するような筒状の接続コネクタを用いることにより、半導体レーザ装置や受光素子とファイバとの接続がさらに容易になる。また、この接続コネクタの内壁面に受光素子を配置すれば、自局の半導体レーザ装置からの光が受光素子に遮られないので、信号光の利用効率が向上し、高効率の光結合が得られる。

【0 1 5 9】

本発明の制御装置によれば、異なる複数の波長の中から相手局が送信してきている波長を自動判別し、その波長以外の波長を選択して自局から送信可能な光送

信システムを実現することが可能となる。

【 0 1 6 0 】

本発明の通信装置によれば、通信相手の端末が変わっても波長選択の設定をその都度行う必要がなく、従来複雑であった通信プロトコルの簡略化を図ることができる。さらに、データの送受信を全 2 重双方向で行うことができる。また、各局でランダムな待ち時間を設定するプロトコルにより、同時送信状態が発生したときでもコネクション確立の衝突を回避して、どのような状況においてもコネクションを確立することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

実施形態 1 の半導体レーザ装置を示す斜視図である。

【図 2】

実施形態 1 の半導体レーザ装置の断面図である。

【図 3】

実施形態 2 の半導体レーザ装置の断面図である。

【図 4】

実施形態 3 の半導体レーザ装置を示す斜視図である。

【図 5】

実施形態 4 の光送受信ユニットを示す斜視図である。

【図 6】

実施形態 4 の光送受信ユニットを示す断面図である。

【図 7】

片方の端末から送信を開始した場合のコネクション形成手順を示す図である。

【図 8】

両方の端末から送信を開始した場合のコネクション形成手順を示す図である。

【図 9】

コネクション形成を自動的に行うための半導体レーザ駆動回路および受光素子の信号処理回路のブロックダイアグラムである。

【図 1 0】

図 9 の判別回路および送信セレクタをハードウェアで実現するための回路の一例を示す図である。

【図 1 1】

実施形態 5 の光送受信ユニットを示す断面図である。

【図 1 2】

実施形態 6 の双方向赤外線通信実験装置を示す図である。

【図 1 3】

実施形態 8 のファイバ系光伝送ユニットを示す断面図である。

【図 1 4】

実施形態 9 のファイバ系光伝送ユニットを示す断面図である。

【図 1 5】

従来の I r D A を用いた光伝送システムを示す図である。

【図 1 6】

従来の I r D A を用いた送受信ユニットを示す断面図である。

【図 1 7】

従来のファイバ系光伝送に用いられる送受信ユニットを示す断面図である。

【符号の説明】

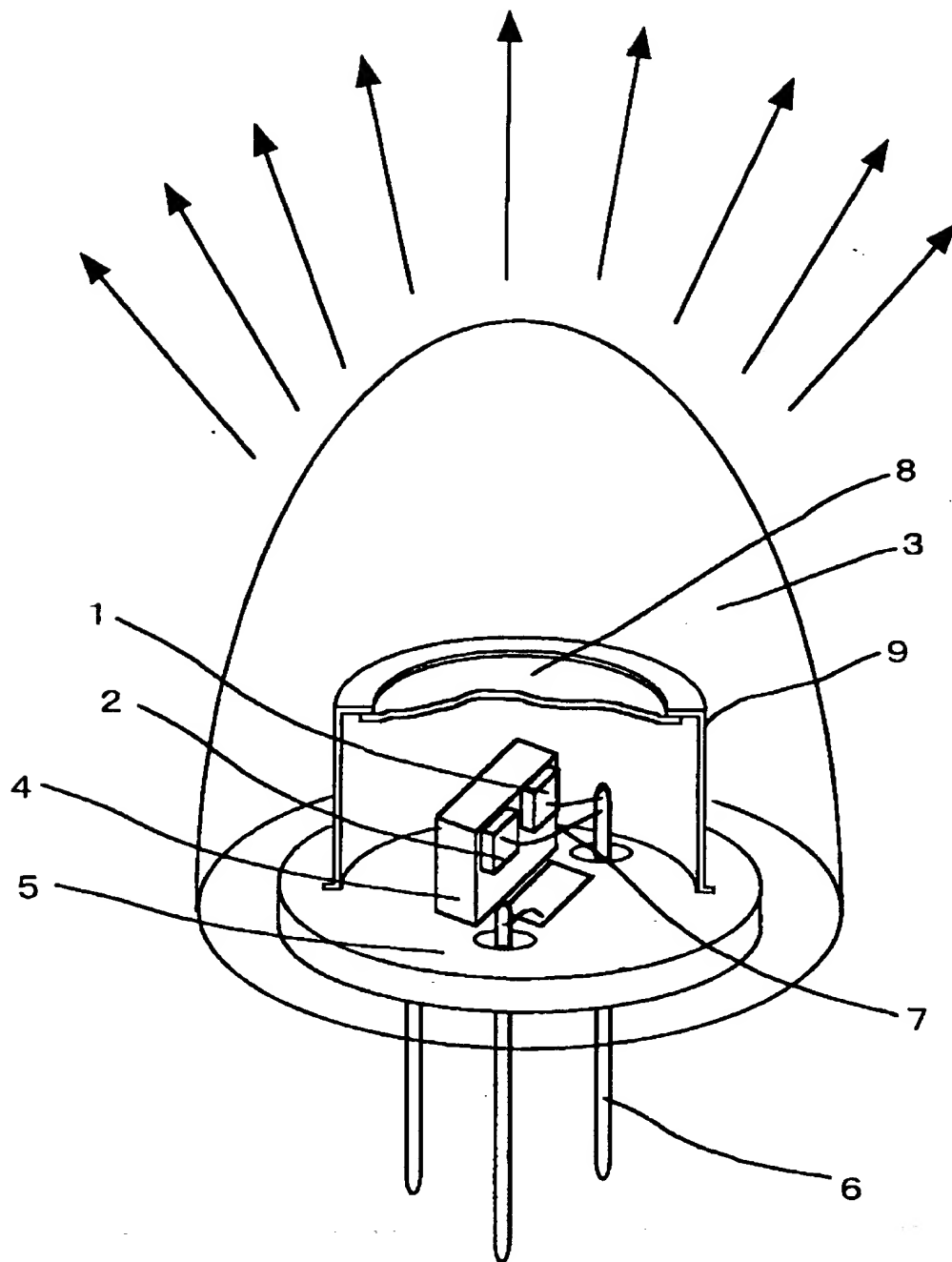
- 1、2、1 2、1 3、7 0 a、7 0 b 半導体レーザチップ
- 3 樹脂
- 4 ヒートシンク
- 5 ステム
- 6、6 6 リードピン
- 7 ワイヤ
- 8 キャップガラス
- 9 キャップ
- 1 1 半導体レーザアレイ
- 1 5、2 4、7 4、7 5 受光素子
- 1 6、1 7、1 8、7 2 P O F
- 2 0、2 0 0 送受信ユニット

- 2 1、2 0 1 送信ユニット
- 2 2 第 1 の受信ユニット
- 2 3 第 2 の受信ユニット
- 2 5、2 6 波長選択フィルタ
- 2 7 シリコン系受光素子
- 2 8 インジウムガリウム砒素 I n G a A s 系受光素子
- 7 0 半導体レーザ装置
- 7 1 光ミニプラグ
- 7 3 光ミニジャック
- 1 0 0 パーソナルコンピューター
- 1 0 1 携帯情報端末
- 2 0 2 受信ユニット
- 3 0 0 赤外線
- 3 0 1 送信光
- 3 0 2 送信光の一部
- 4 1 0 受光モジュール
- 4 1 1 λ 1 の波長選択フィルタ機能を有する単一波長受光素子
- 4 1 2 λ 2 の波長選択フィルタ機能を有する単一波長受光素子
- 4 2 0 発光モジュール
- 4 2 1、4 2 2 単一波長発光素子
- 4 3 1、4 3 2 受信キャリア検出回路
- 4 4 1、4 4 2 送信駆動回路
- 4 5 0 判別回路
- 4 6 0 送信セクタ
- 4 7 0 受信信号セクタ
- 4 8 0 復調回路
- 5 0 0 受信検出選択回路
- 5 0 1 受信波長判別回路
- 5 0 2、5 0 3 汎用ゲート

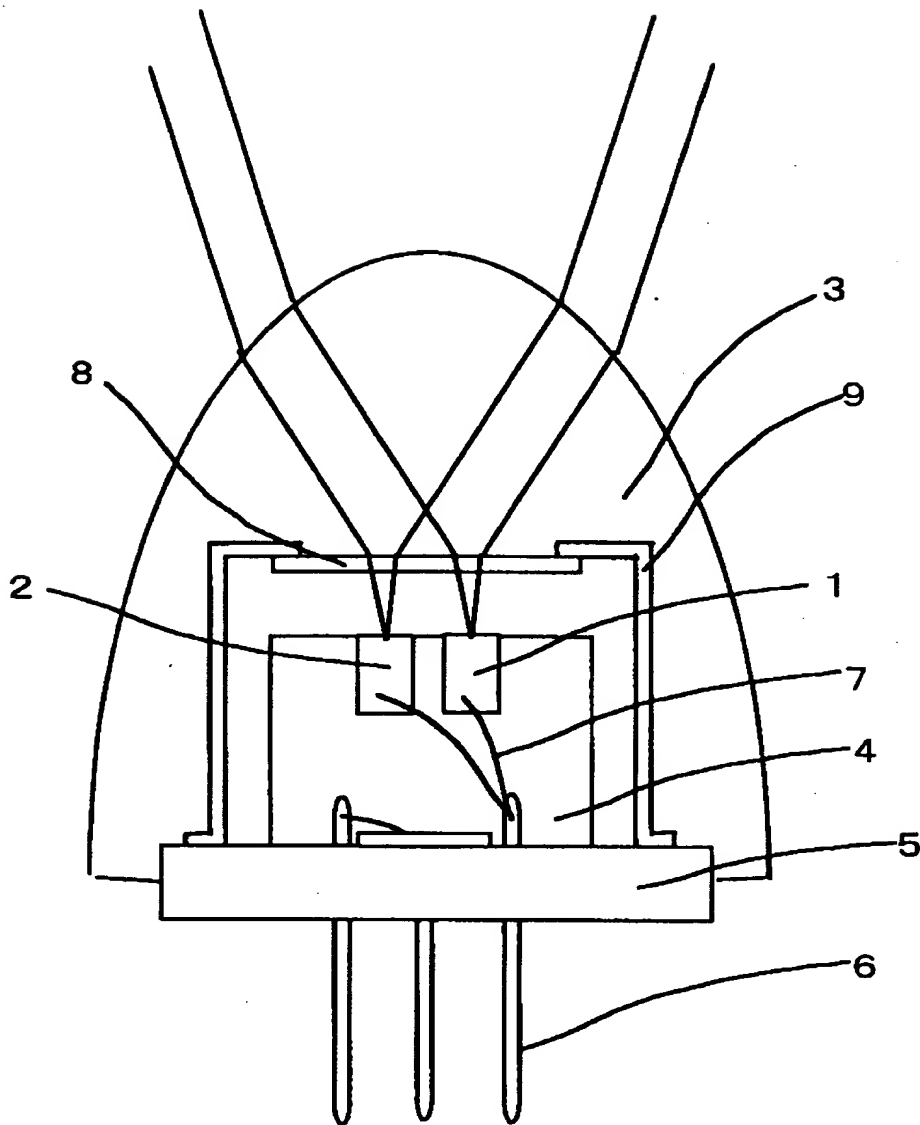
- 6 0 0 赤外線通信装置
- 6 0 1 赤外線送受信機
- 6 0 2 通信制御装置
- 6 0 3 送信要求スイッチ
- 6 0 4 送信停止スイッチ
- 6 0 5 誤り率測定装置
- 6 1 1 全 2 重通信モード表示 L E D
- 6 1 2 λ 1 光信号検出を示す L E D
- 6 1 3 λ 2 光信号検出を示す L E D

【書類名】 図面

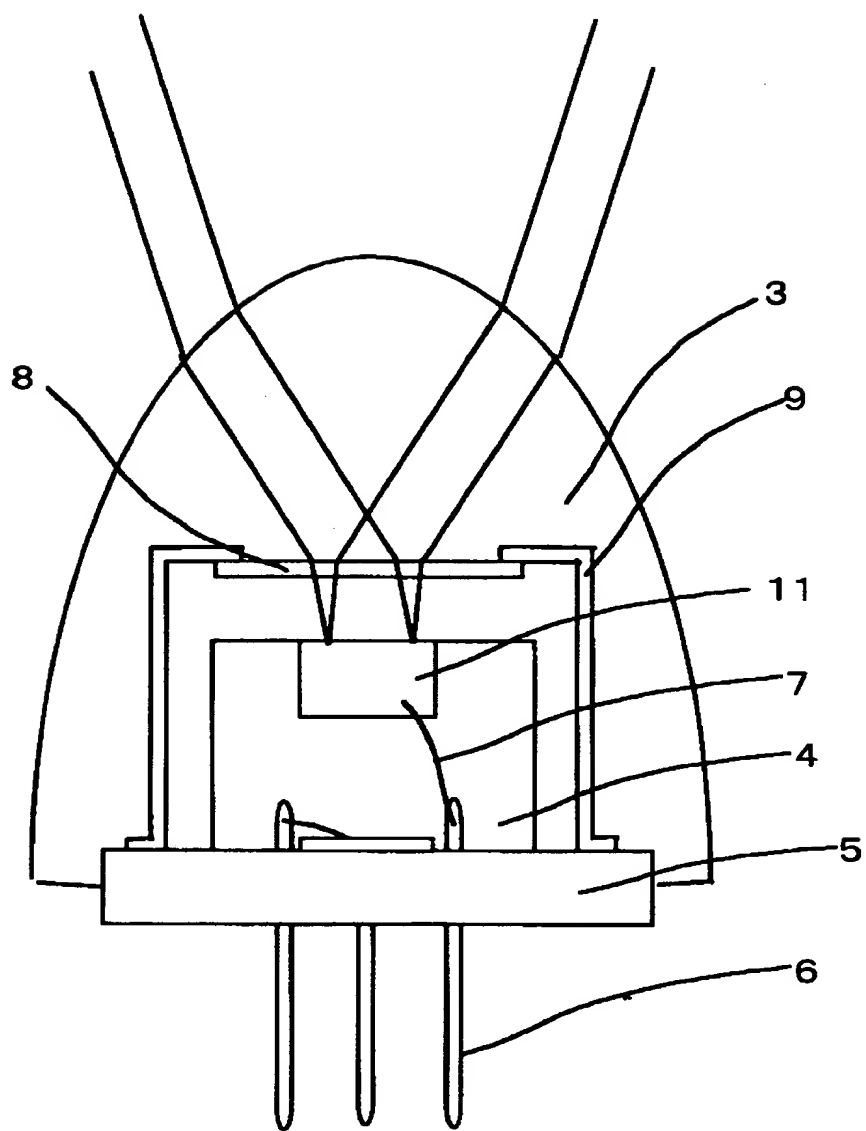
【図 1】



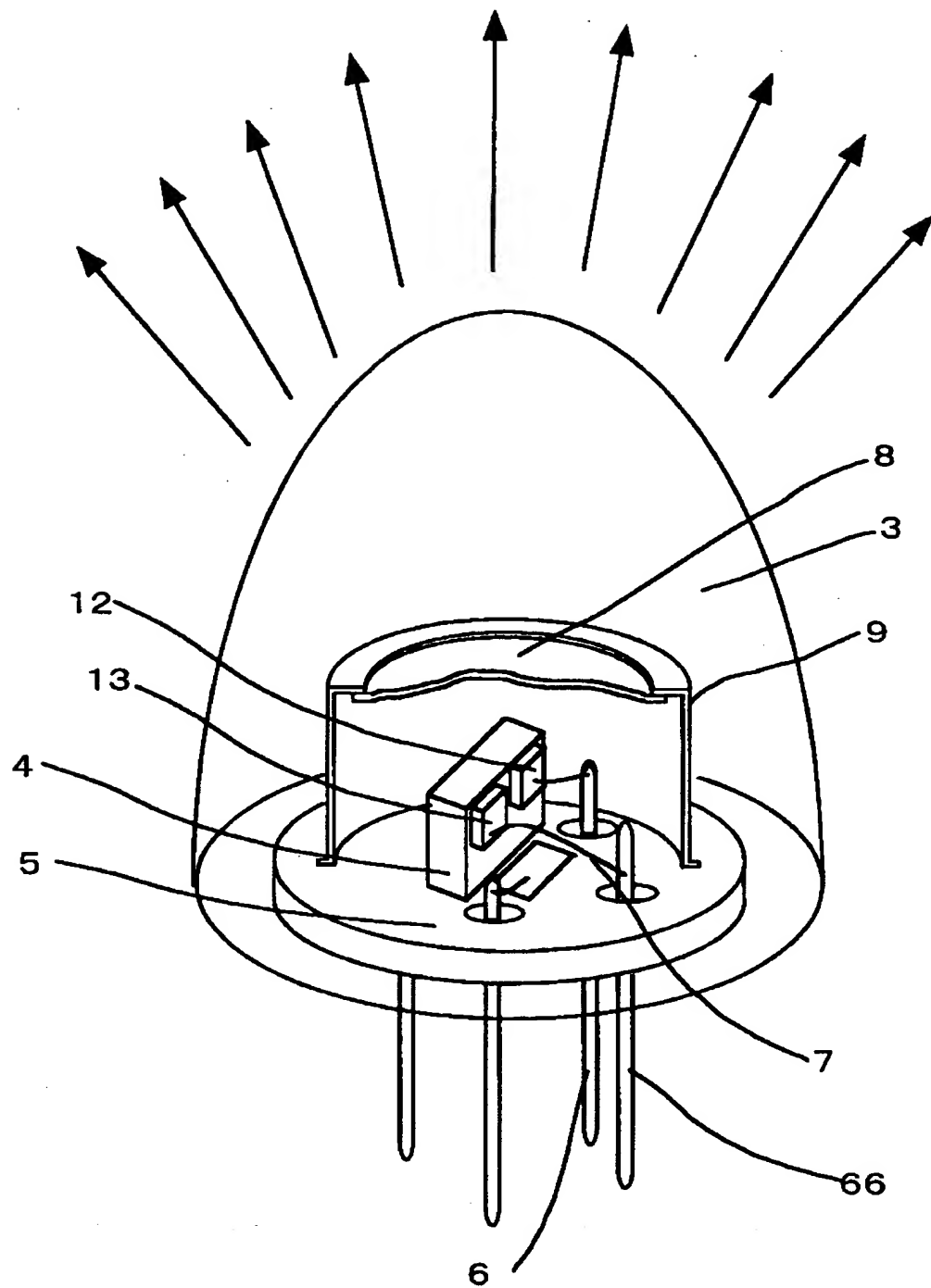
【図 2】



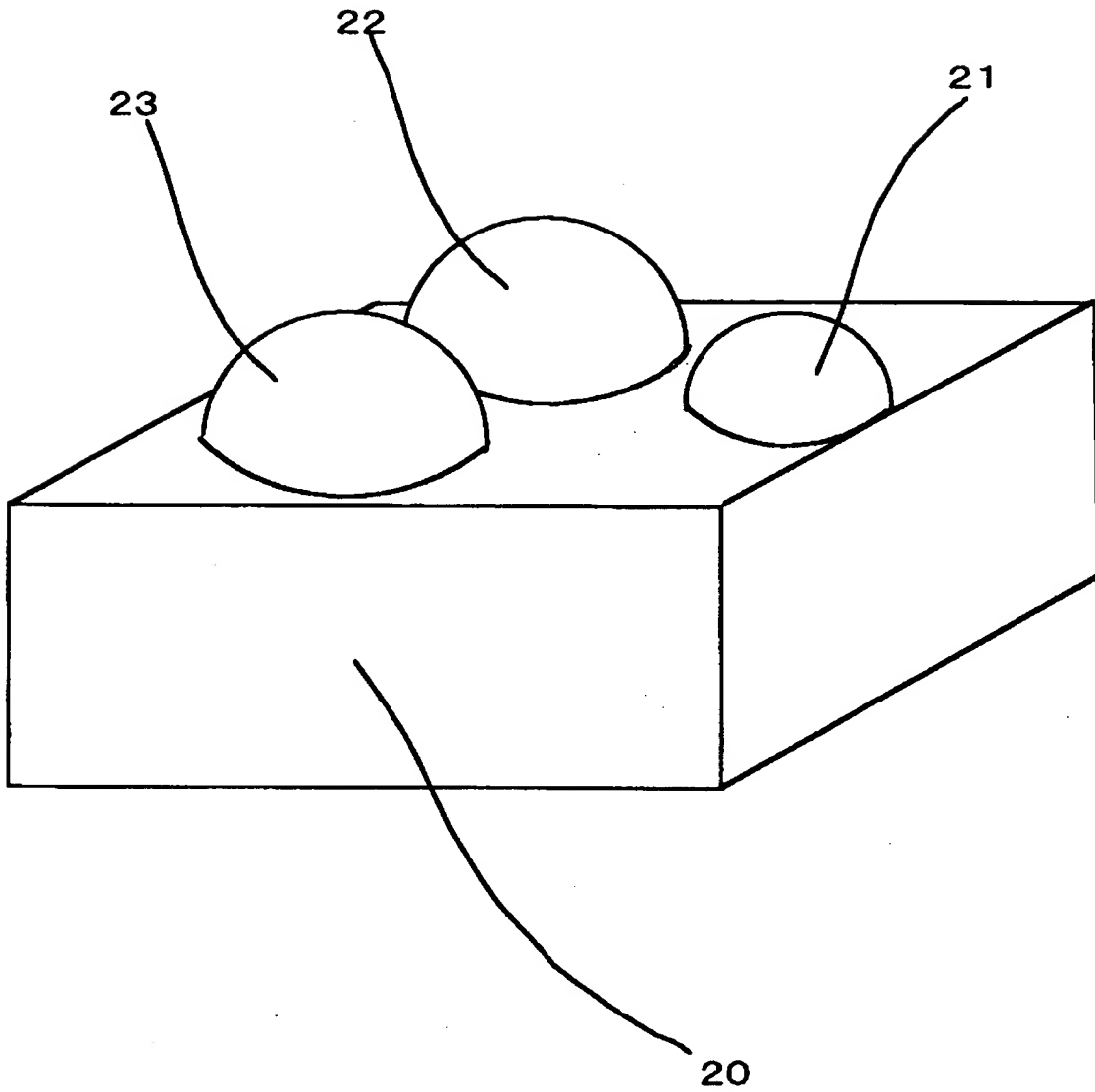
【図 3】



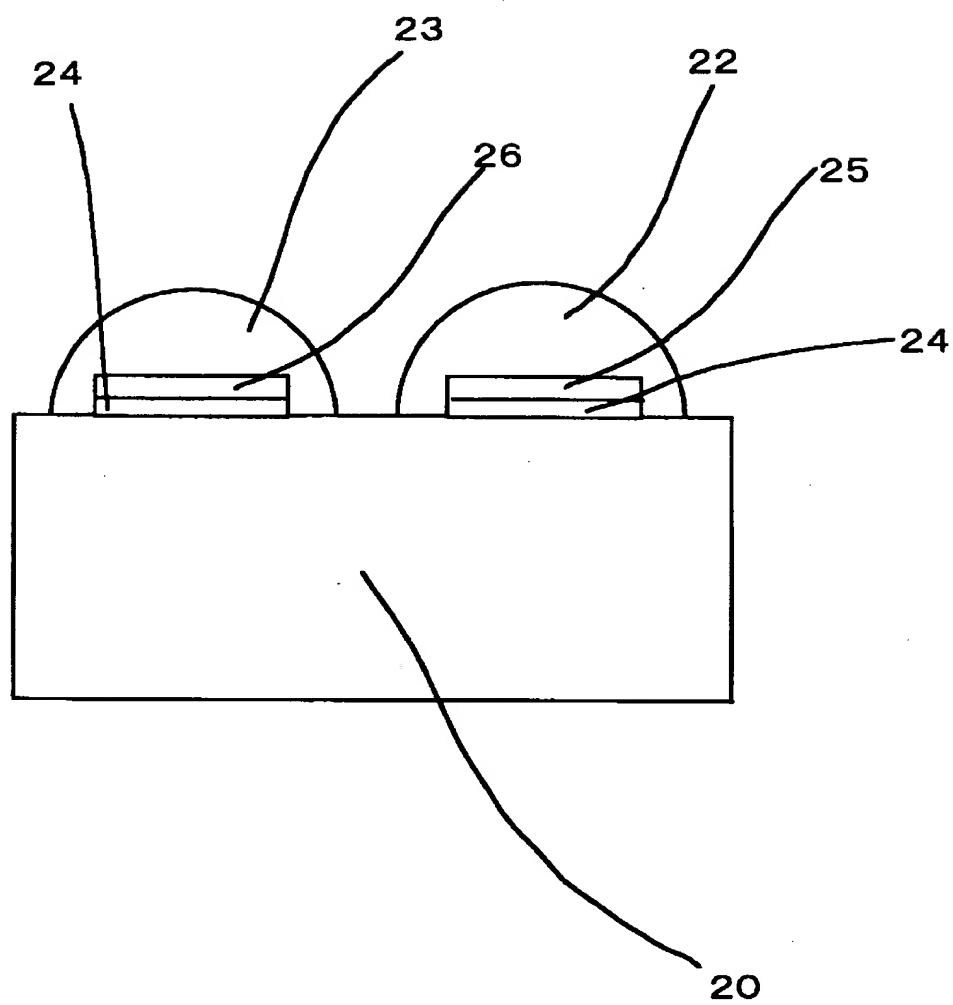
【図 4】



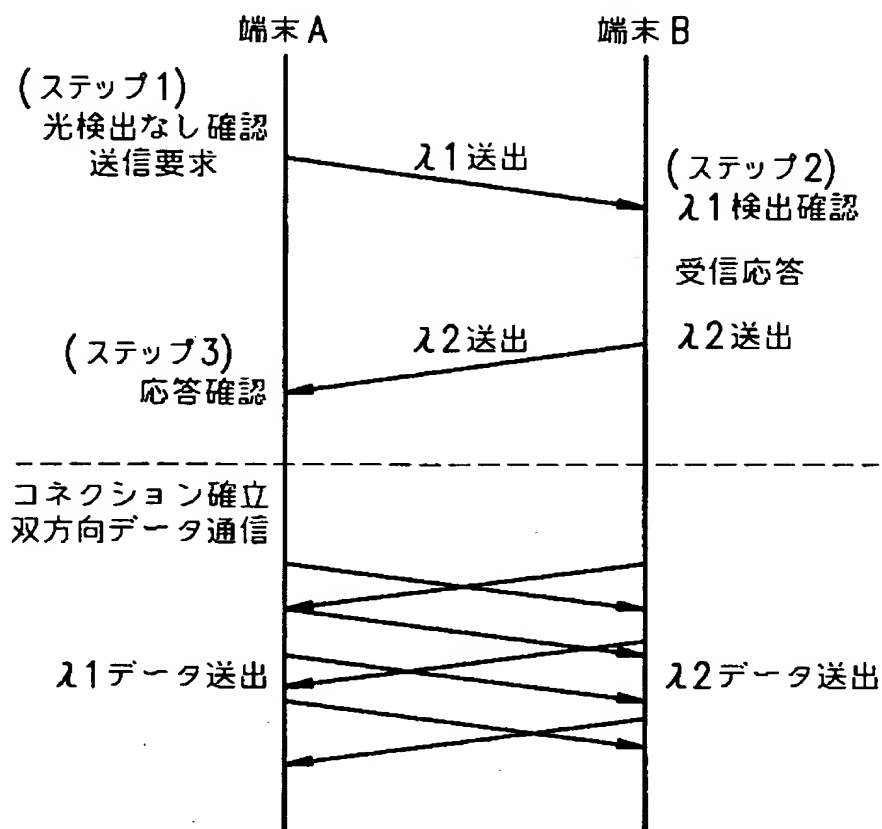
【図 5】



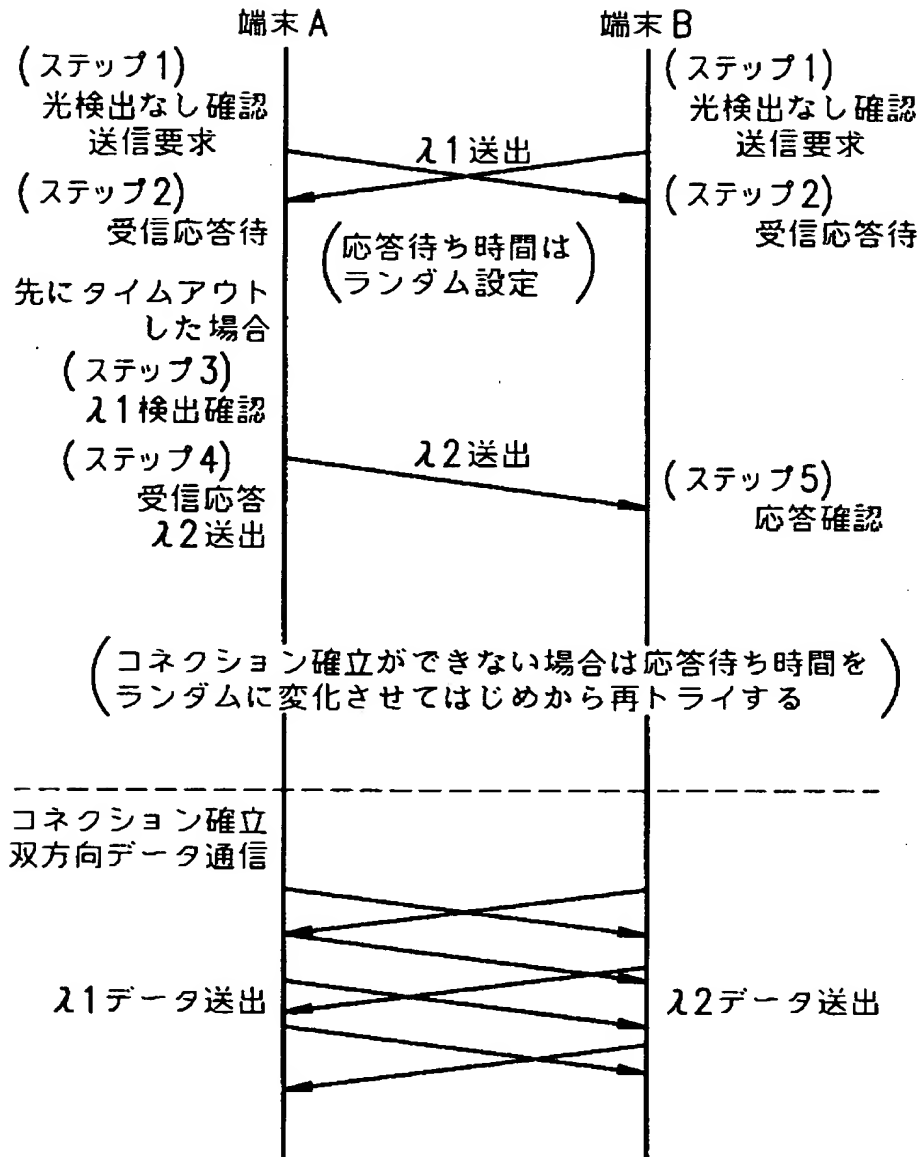
【図 6】



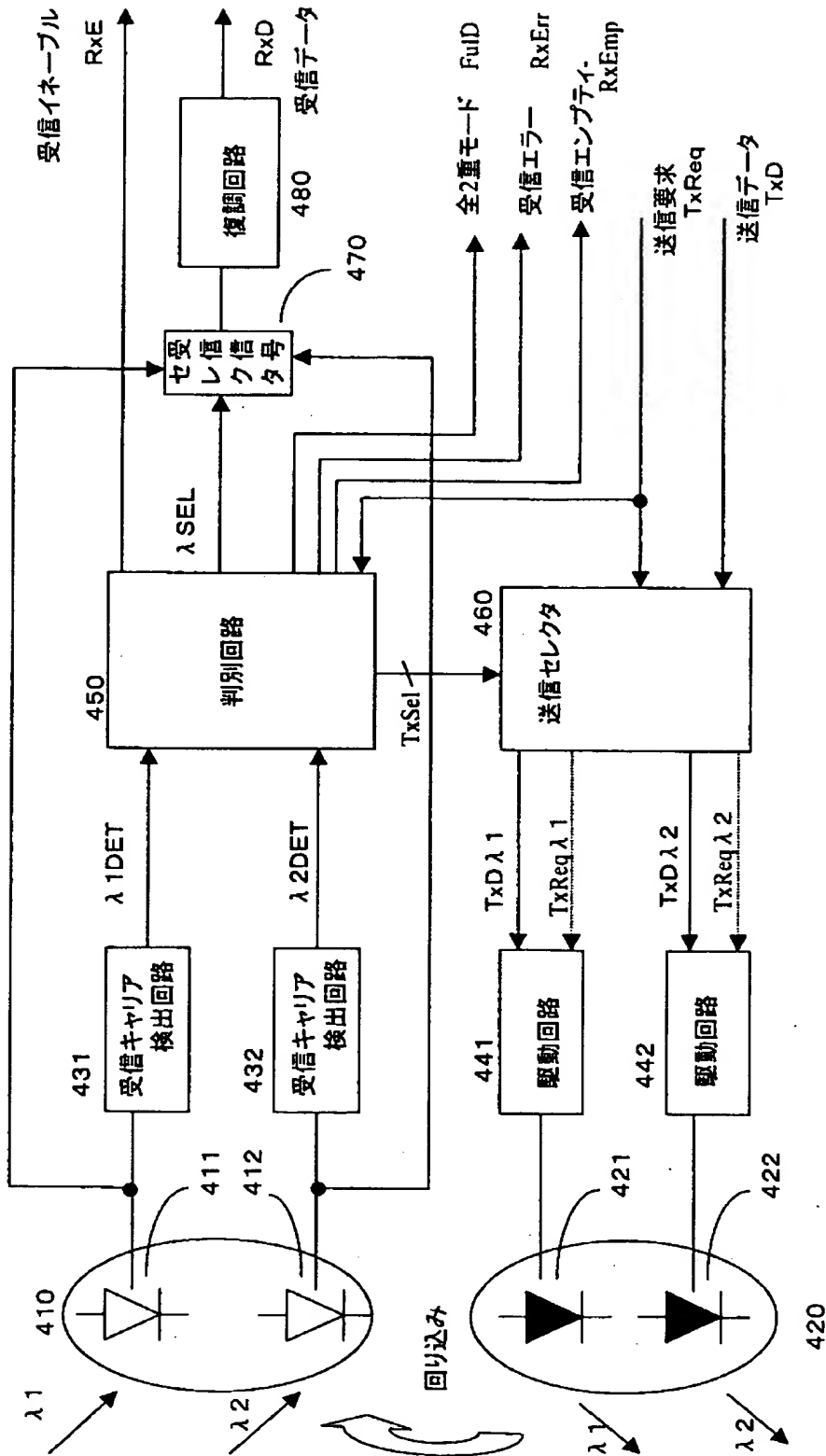
【図 7】



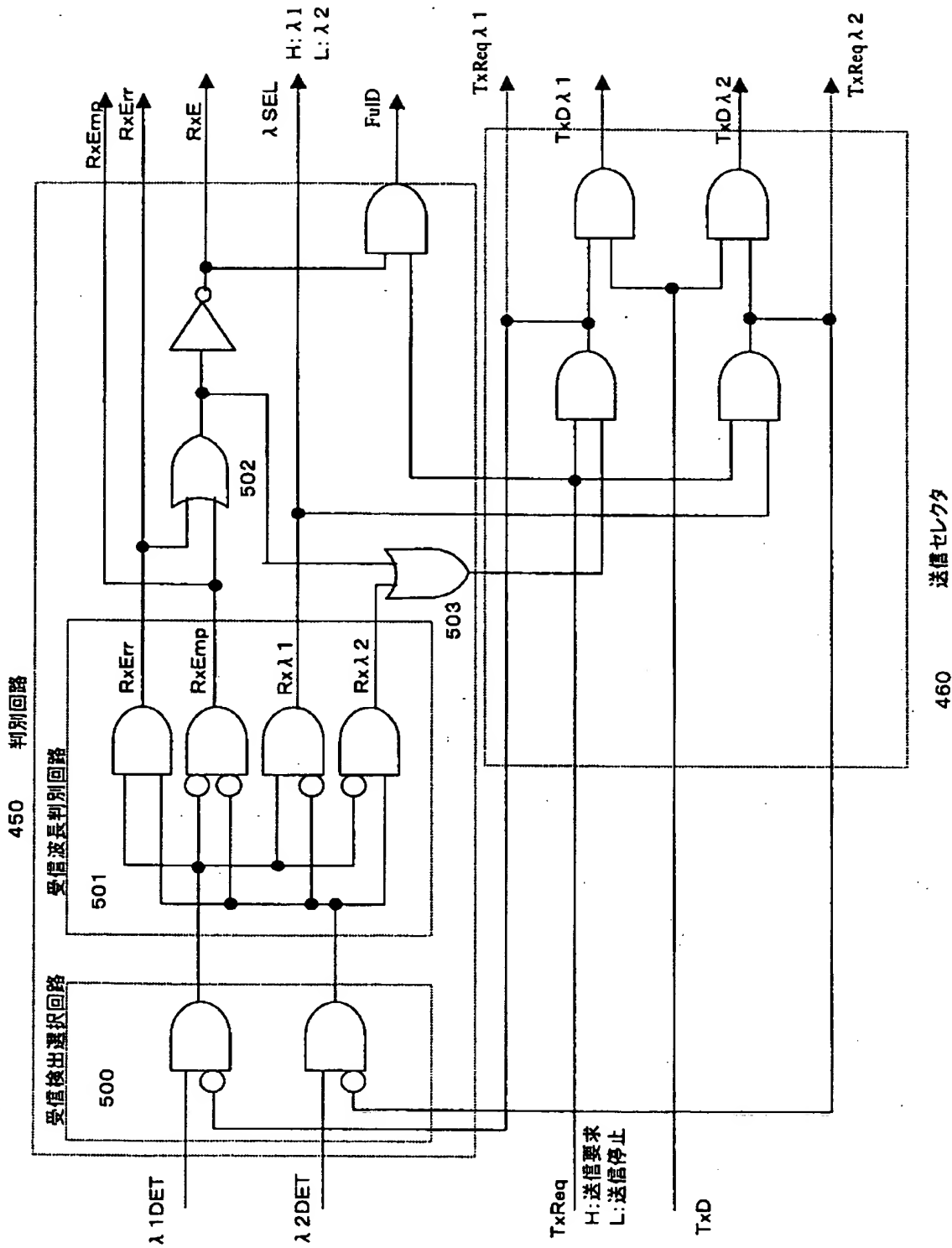
【図 8】



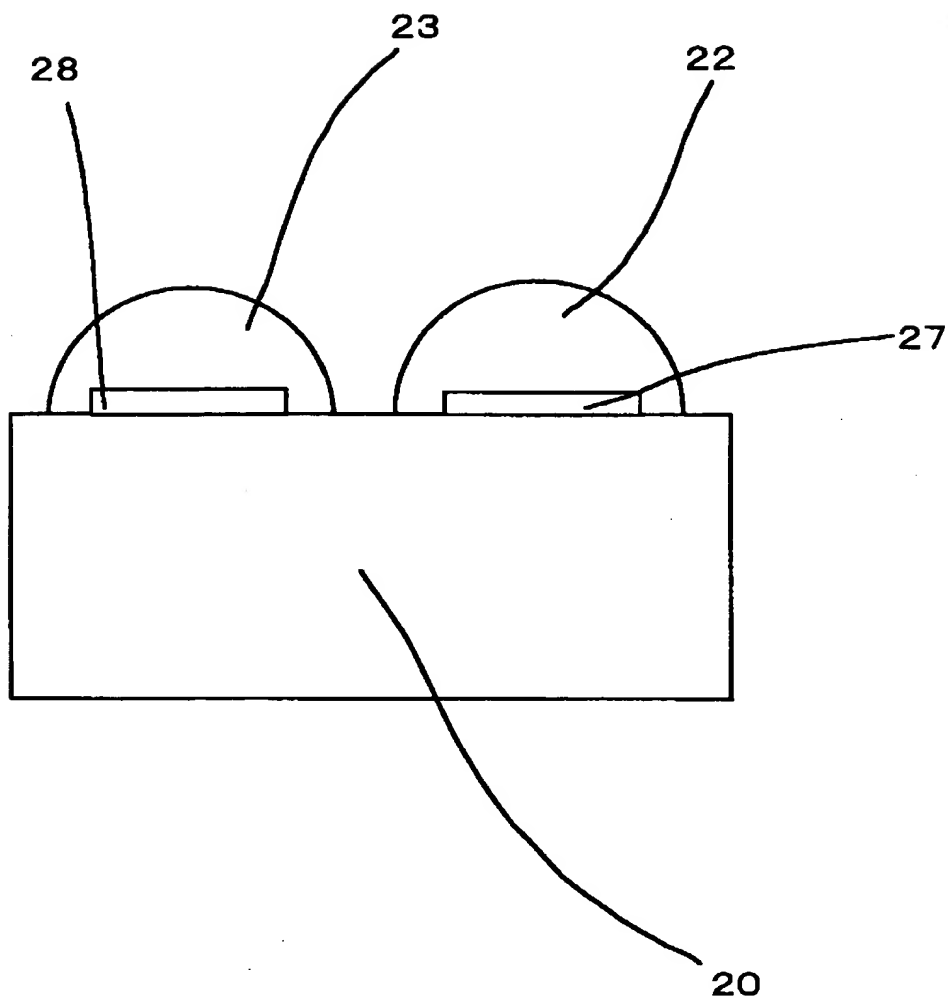
【図 9】



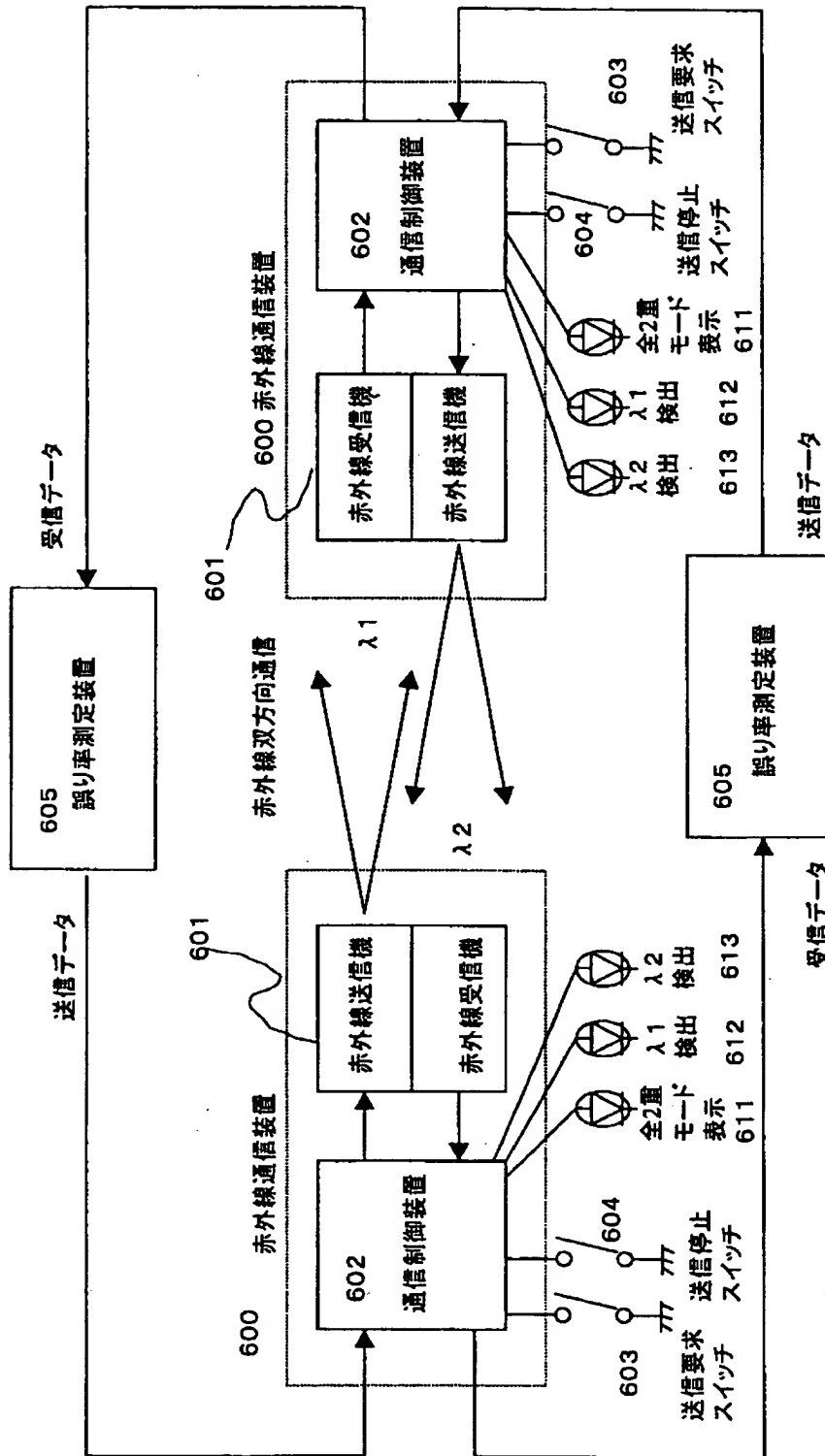
【図 1 0】



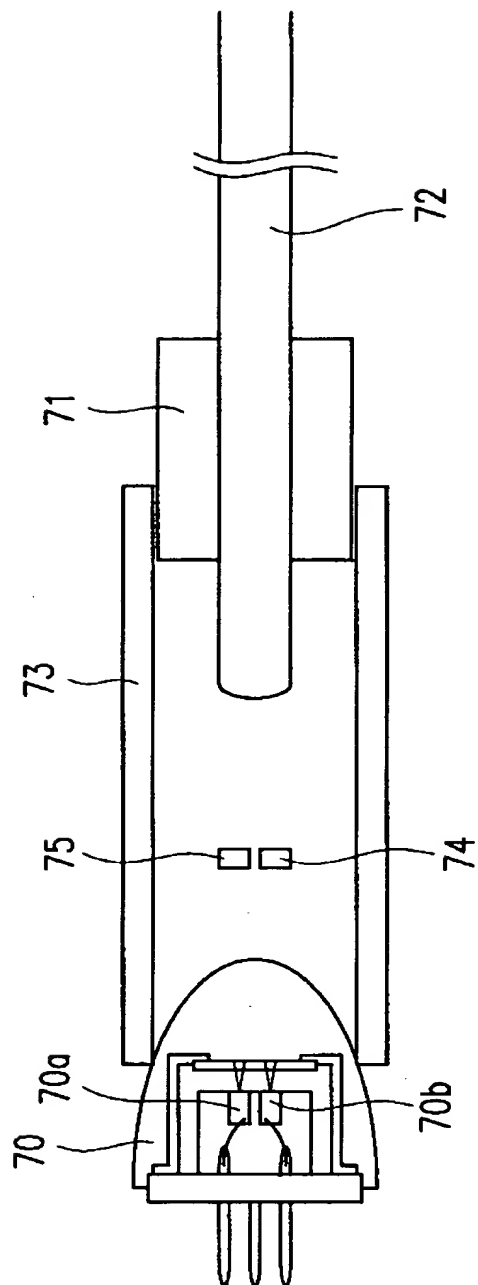
【図 1 1】



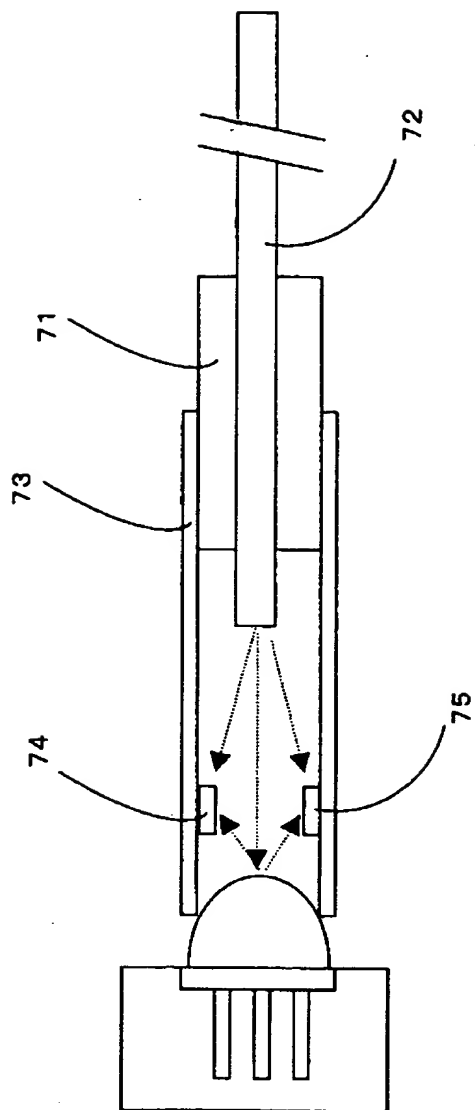
【図 1 2】



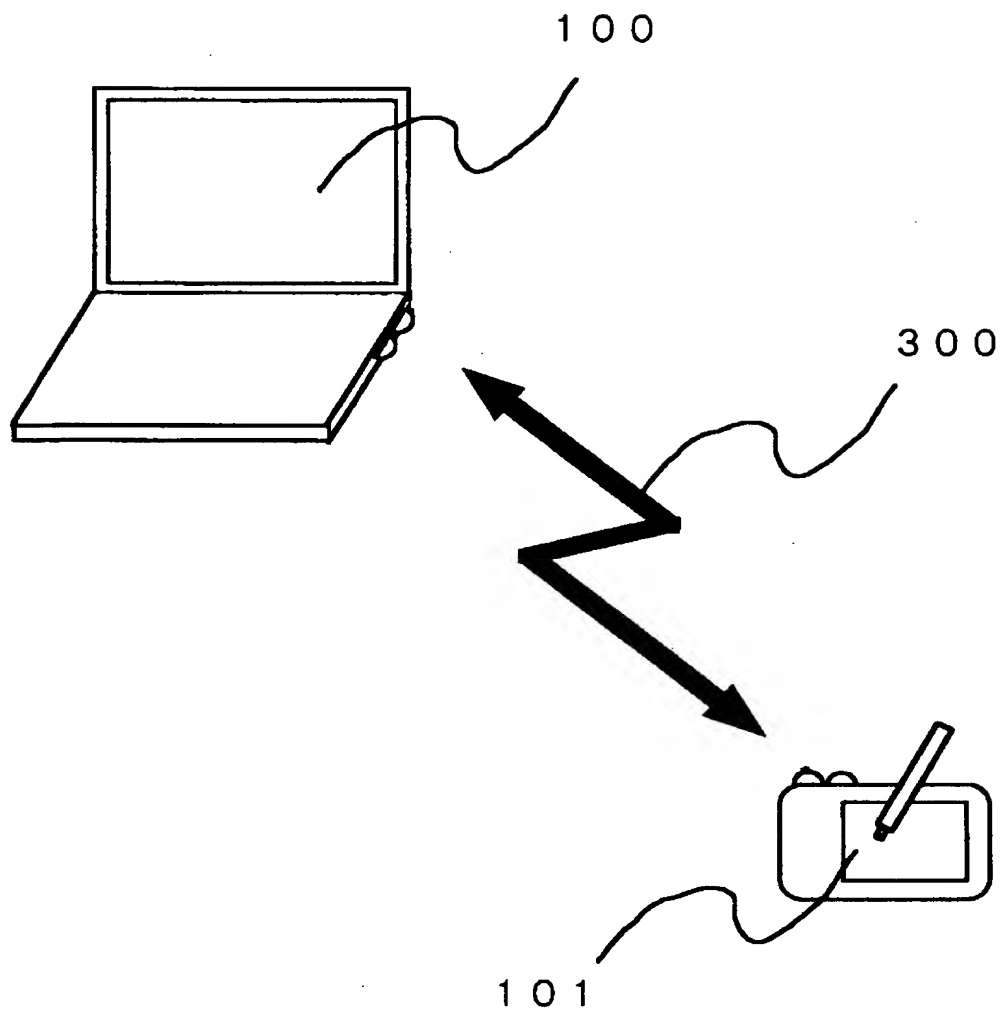
【図 1 3】



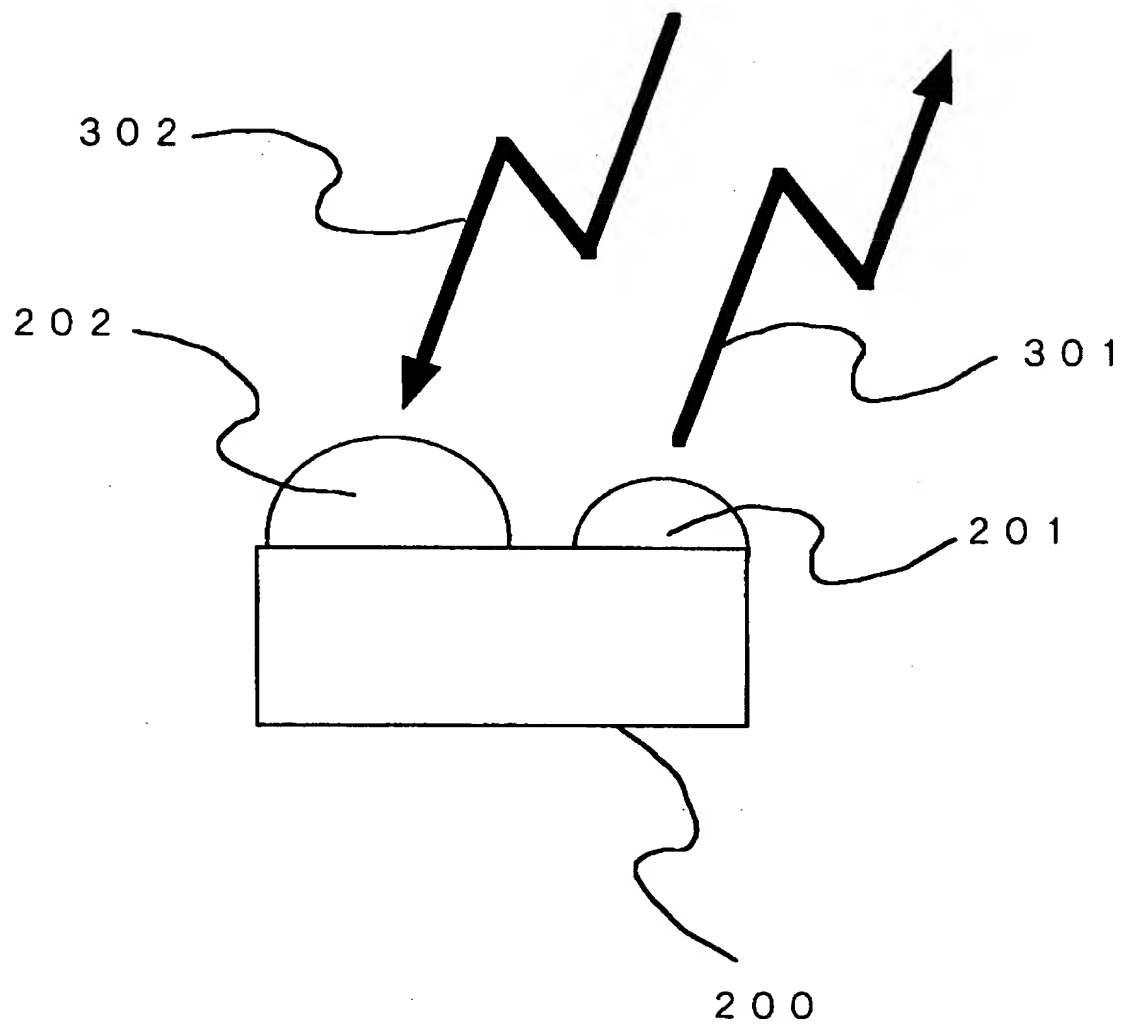
【図 1 4】



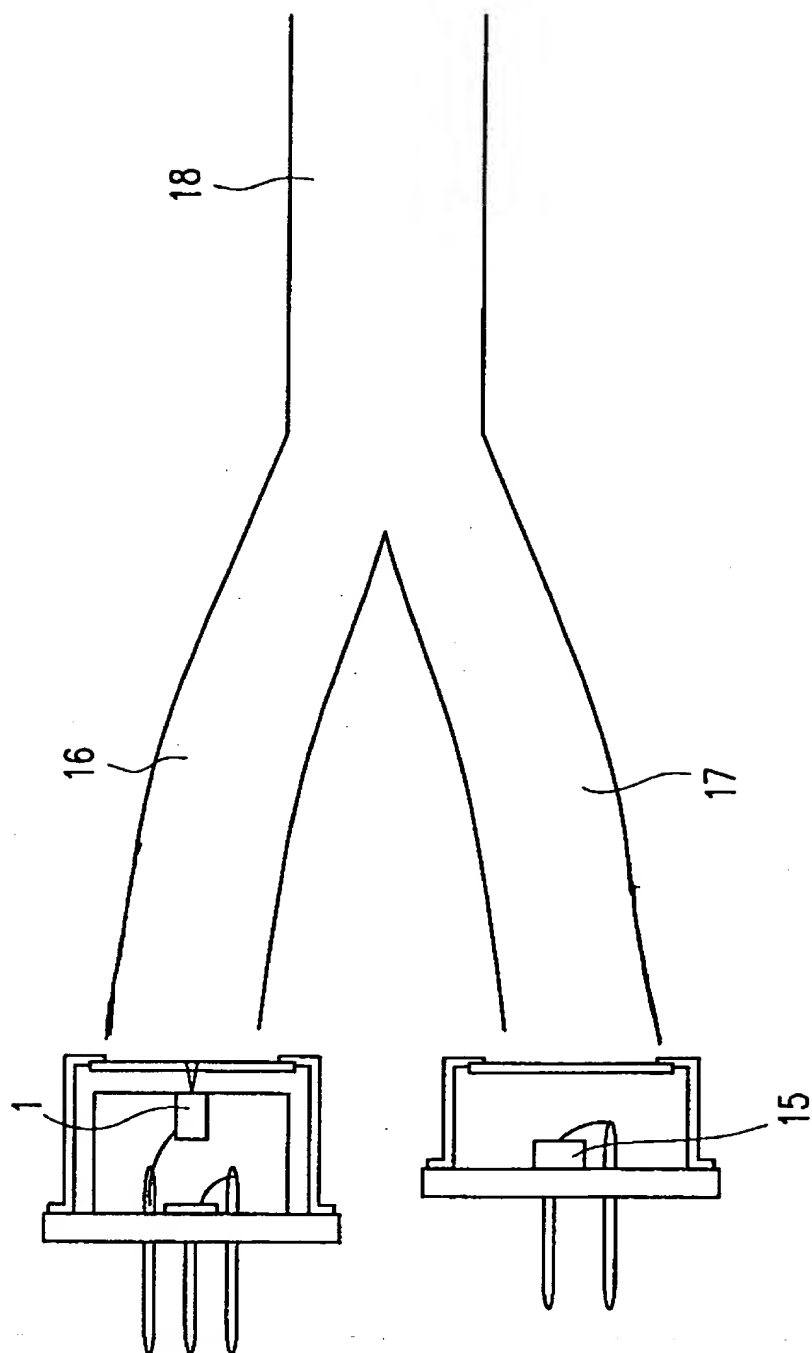
【図 1 5】



【図 16】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高速変調可能で消費電力が小さく、目に対して安全で信頼性が高い半導体レーザ装置を提供し、全 2 重空間光伝送を実現する。また、ファイバと半導体レーザ装置の位置合わせを容易にし、1 本のファイバにより全 2 重光伝送を可能とする。

【解決手段】 レーザチップ 1、2 を搭載する容器と光拡散機能を有する樹脂部 3 とを一体成形し、チップ間隔、樹脂部 3 の大きさ、材料および形状を調整して発光スポットサイズと放射角を制御する。レーザチップ 1、2 の発振波長を異ならせた半導体レーザ装置と、各波長を選択的に受信可能な受光素子を装備した複数の局間で、各局間を対向させて空間を介して光を送受信するか、各局間で光ファイバを伝送路として光を送受信する。各局は、異なる複数の波長の中から相手局が送信してきている波長を自動判別し、その波長以外の波長を選択して自局から送信する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005049]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
氏 名 シャープ株式会社